

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

N°

THÈSE

Année 1900

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le 15 Février 1900

Par M. Georges ULMANN

Né à Maiche (Doubs), le 26 septembre 1871

ANCIEN INTERNE DES HOPITAUX DE PARIS, ET DE LA MATERNITÉ DE LA CHARITÉ
ANCIEN MONITEUR DE TUBAGE ET DE THORACOTOMIE A L'HOPITAL TROUSSEAU
MÉDAILLE DE BRONZE DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

ÉTUDE

DE

LA NUTRITION
CHEZ LE NOURRISSON

Président : M. BUDIN, Professeur.

Juges

M. LETULLE, Professeur agrégé.

M. WURTZ, Professeur agrégé.

M. WALLICH, Professeur agrégé.

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, RUE HAUTEFEUILLE, PRÈS DU BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1900

ÉTUDE
DE
LA NUTRITION
CHEZ LE NOURRISSON

UNIVERSITÉ DE PARIS, FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen..... M. BROUARDEL.
Professeurs MM.

Anatomie	FARABEUF.
Physiologie	Ch. RICHEL.
Physique médicale	GARIEL.
Chimie organique et chimie minérale.....	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale.....	BLANCHARD.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BOUCHARD.
Pathologie médicale.....	{ DEBOVE.
	{ HUTINEL.
Pathologie chirurgicale.....	LANNELONGUE.
Anatomie pathologique	CORNIL.
Histologie.....	MATHIAS DUVAL.
Opérations et appareils.....	TERRIER.
Pharmacologie.....	POUCHET.
Thérapeutique et matière médicale.....	LANDOUZY.
Hygiène	PROUST.
Médecine légale.....	BROUARDEL.
Histoire de la Médecine et de la Chirurgie.....	BRISAUD.
Pathologie comparée et expérimentale	CHANTEMESSE.
Clinique médicale.....	{ POTAIN.
	{ JACCOUD.
	{ HAYEM.
Clinique des maladies des enfants.....	{ DIEULAFOY.
Clinique des maladies syphilitiques.....	{ GRANCHER.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale.....	{ FOURNIER.
Clinique des maladies nerveuses	{ JOFFROY.
	{ RAYMOND.
Clinique chirurgicale	{ DUPLAY.
	{ LE DENTU.
	{ TILLAUX.
Clinique ophtalmologique	{ BERGER.
Clinique des voies urinaires.....	{ PANAS.
Clinique d'accouchements	{ GUYON.
	{ PINARD.
	{ BUDIN.

Agrégés en exercice.

MM.	MM.	MM.	MM.
ACHARD.	DESGREZ.	LEJARS.	THIROLOIX.
ALBARRAN.	DUPRÉ.	LEPAGE.	THIERY.
ANDRÉ.	FAURE.	MARFAN.	THOINOT.
BONNAIRE.	GAUCHER.	MAUCLAIRE.	VAQUEZ.
BROCA (André).	GILLES de la TOURETTE.	MÉNÉTRIÉR.	VARNIER.
BROCA (Aug.).	HARTMANN.	MÉRY.	WALLICH.
CHARRIN.	LANGLOIS.	ROGER.	WALTHER.
CHASSEVANT.	LAUNOIS.	SEBILEAU.	WIDAL.
DELBET.	LEGUEU.	TEISSIER.	WURTZ.

Chef des travaux anatomiques : M. RIEFFEL.

Le Secrétaire de la Faculté : M. PUPIN.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'école a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

N^o

THÈSE

Année 1900

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le 15 Février 1900

Par M. Georges ULMANN

Né à Maiche (Doubs), le 26 septembre 1871

ANCIEN INTERNE DES HOPITAUX DE PARIS ET DE LA MATERNITÉ DE LA CHARITÉ
ANCIEN MONITEUR DE TUBAGE ET DE TRACHÉOTOMIE A L'HOPITAL TROUSSEAU
MÉDAILLE DE BRONZE DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

ÉTUDE

DE

LA NUTRITION
CHEZ LE NOURRISSON

Président : M. BUDIN, Professeur.

Juges { M. LETULLE, Professeur agrégé.
M. WURTZ, Professeur agrégé.
M. WALLICH, Professeur agrégé.



PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, RUE HAUTEFEUILLE, PRÈS DU BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—
1900

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

A MON PÈRE

Hommage de reconnaissance filiale

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BUDIN

PROFESSEUR DE CLINIQUE OBSTÉTRICALE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

ACCOUCHEUR DE LA MATERNITÉ TARNIER

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

ÉTUDE

DE LA

NUTRITION CHEZ LE NOURRISSON

AVANT-PROPOS

Nous ne voulons pas aborder ce travail sans adresser la vive expression de notre gratitude aux excellents Maîtres qui, dans l'enseignement de chaque jour, nous ont toujours donné des preuves de leur sympathie dévouée. C'est certainement à leur contact et à leurs entretiens au lit du malade que nous devons le meilleur de notre instruction.

Nous saluons la mémoire du professeur CHARCOT (externat 1891-1892) et du docteur de SAINT-GERMAIN (internat 1896-1897) dont nous avons conservé le respectueux souvenir.

Le professeur agrégé SCHWARTZ (externat 1894-1895) nous a fait apprécier la sûreté de son jugement et les qualités de son enseignement méthodique. Il nous a donné des preuves de sa bonté dans des circonstances douloureuses; nous lui en conservons une vive gratitude.

Le docteur DUGUET (externat 1895-1896) nous a initié à la clinique médicale.

Le docteur RICHARDIÈRE (internat 1897-1898) ne s'est pas contenté de nous aider de ses précieux conseils, il fut pour nous d'une grande bienveillance en nous accueillant comme moniteur de tubage et de trachéotomie.

Le professeur agrégé MAYGRIER (internat 1898-1899), par ses leçons magistrales et son expérience, a su développer nos connaissances obstétricales. Il a continué à nous permettre l'entrée de la Maternité qu'il dirige, nous donnant ainsi la possibilité d'y puiser les matériaux de notre thèse.

Nous avons su estimer l'enseignement si éclairé et si pratique que le docteur MOIZARD (internat 1899-1900) professe dans son magnifique service de l'hôpital des Enfants-Malades. Il nous a traité constamment avec cette affabilité exquise qui fait de chacun de ses élèves un ami respectueux et dévoué. L'année que nous venons de passer dans son service fut une des plus agréables et des plus profitables de notre internat.

Nous avons eu le bonheur de connaître à l'hôpital Trousseau le docteur BARBIER, qui a bien voulu nous intéresser à ses remarquables recherches cliniques et bactériologiques sur la diphtérie, qu'il soit assuré de notre respectueux attachement.

M. le professeur BUDIN voudra bien agréer l'hommage de notre reconnaissance pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant la présidence de notre thèse.

INTRODUCTION

Une question capitale s'impose à chaque instant à l'esprit de tout praticien qui s'occupe de médecine infantile, c'est celle de l'alimentation du nourrisson.

Dans les grandes villes, elle est particulièrement intéressante ; l'allaitement du nouveau-né par sa mère y devient une véritable rareté et les dépenses qu'entraîne l'entretien d'une nourrice mercenaire ne sont à la portée que d'une infime minorité.

Comment élèverons-nous les enfants sans lait de femme ? Quel est l'aliment qui s'y substituera ? Quelles doivent être les qualités de l'aliment nouveau auquel nous aurons recours ? Quelle quantité et à quels intervalles le donnerons-nous ? Voici autant de demandes embarrassantes dont la solution ne peut avoir de meilleur guide que l'étude physiologique de l'assimilation.

Il est indispensable que nous recherchions exactement le sort des matériaux constitutifs de l'aliment naturel — le lait maternel — c'est-à-dire des hydrates de carbone, de la graisse, des albuminoïdes et des sels contenus dans le lait, afin de pouvoir choisir parmi les substances nutritives artificielles celles qui, de par leur constitution, s'approchent le plus du lait de femme.

En un mot, l'étude de l'alimentation du nourrisson doit avoir pour base la connaissance complète de l'utilisation des matériaux constitutifs du lait maternel et des aliments, — laits de vache, de chèvre, de jument, d'ânesse, — qui peuvent au besoin le suppléer, ou même le remplacer.

Or, l'étude de l'assimilation du nourrisson est à peine ébauchée. Alors que l'étude des échanges nutritifs de l'adulte, tant à l'état normal que pathologique, est très avancée, alors que des travaux remarquables, comme ceux de VOIT, de PETTENKOFFER, de BUNGE, de MUNK, de RUBNER, et de tant d'autres savants, ont apporté une si grande lumière dans nos connaissances sur la nutrition de l'adulte, nous ne possédons que des notions vagues sur la nutrition du nourrisson.

Aussi VIERORDT, qui, dans sa « Physiologie de l'enfance », synthétise toutes les notions acquises jusqu'en 1875, sur l'assimilation du nourrisson, se plaint-il à chaque page de la pénurie des travaux.

Cette étude présente en effet des difficultés nombreuses ; nous voyons les auteurs s'adonner à l'étude isolée des matériaux du lait, de l'urine, des excréments, sans oser aborder le problème dans son ensemble et sans chercher la relation quantitative qui pouvait les unir.

Les uns, tel WEGSCHEIDER (1), s'occupent spécialement de la composition des fèces ;

D'autres font des recherches quantitatives et qualitati-

(1) WEGSCHEIDER, Ueber die $\frac{1}{2}$ Verdauung des Säuglings *Berl. kl. Wochenschrift*, 1875.

ves sur l'urine, tels PARROT et ROBIN (1) en France, MARTIN et RUGE en Allemagne.

Mais à partir de 1878, à mesure que les procédés d'analyse chimique se perfectionnent, les travaux se multiplient.

REY (2) porte particulièrement son attention sur l'assimilation de la chaux chez le nourrisson, et FORSTER (3) et VOIT (4) s'intéressent à leur tour à l'assimilation de la chaux tant chez le nourrisson sain que chez le rachitique.

Le premier travail d'ensemble sur l'assimilation du nourrisson est dû à CAMERER (5).

L'auteur avait entrepris ses premières recherches en 1876; il publia, en 1896, le résumé de ses expériences et, pendant ce temps, il put envisager sous toutes ses faces l'assimilation du nourrisson et des enfants du premier âge.

Particulièrement favorisé par ce fait qu'il expérimenta sur ses sept enfants, CAMERER établit le premier les particularités de l'assimilation; on peut dire qu'il est le fondateur de la science concernant les échanges nutritifs du nourrisson. LANGE (6) et BENDIX (7) confirment, dans des travaux tout récents les résultats obtenus par CAMERER.

(1) PARROT et ROBIN, *C. R. Ac. des Sciences*, 1876, et *Gazette obstétricale*, 1876.

(2) REY, *Deutsche med. Woch.*, 1895, n° 35.

(3) FORSTER, *Aezrtl. Intelligenzbl.* 1878.

(4) VOIT, *Zeitschr. f. Biologie*. 1880.

(5) CAMERER. *Zeitsch. f. Biologie*, 1876.

— *Zeitsch. f. Biologie*, 1880.

— *Der Stoffwechsel des Kindes*. Tubingen, 1896.

(6) LANGE. *Jahrbuch f. Kinderheilk.*, t. XXXIX, 1895.

(7) BENDIX. *Therap. Monatshefte*, Juli 1895; *Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1894; *Deutsche med. Wochenschrift*, 1898.

En France, nous devons citer en première ligne les remarquables travaux de Charles MICHEL, entrepris sous l'inspiration et parfois avec la collaboration du professeur BUDIN (1).

LAMBLING (2), D'ARSONVAL (3) et BONNIOT complètent ces travaux par une étude approfondie de la calorimétrie.

Il en résulte que nous sommes munis aujourd'hui de précieux documents. Aussi n'avons-nous aucune prétention; trop heureux si notre travail apporte une très modeste contribution à l'étude des échanges nutritifs du nourrisson. Nous n'avons expérimenté que sur deux nouveau-nés dont un nourri au lait maternel, l'autre au lait de vache, sans prolonger la durée des expériences au-delà de six jours pour chaque enfant.

De plus, nous n'avons pas entrepris d'études calorimétriques.

Présentée de cette façon, avec ses nombreuses imperfections, notre étude nous a toutefois permis de vérifier les remarquables travaux de Ch. MICHEL, de LANGE, de BENDIX, de CAMERER et c'est à ce titre seulement que nous la publions.

(1) MICHEL (Ch.). Recherches sur la nutrition normale du nouveau-né, *L'Obstétrique*, 1896, n° 2.

BUDIN et MICHEL. *L'Obstétrique*, 1897, n° 2.

— Sur le lait de femme et l'utilisation de ses matériaux nutritifs, etc. *L'Obstétrique*, 1897, n° 6.

(2) LAMBLING, *Nord Médical*, 1^{er} janvier 1898.

(3) D'ARSONVAL et BONNIOT. Calorimétrie clinique. Soc. de Biologie, 1898, 5 mars, n^{os} 248 et 249.

PREMIÈRE PARTIE

THÉORIE MÉCANIQUE DES ÉCHANGES NUTRITIFS

CHAPITRE PREMIER

Aperçu de la Vie cellulaire

Une étude des phénomènes digestifs, quelque complète qu'elle soit, ne saurait nous renseigner sur les transformations si complexes que subissent, dans l'organisme les matières alimentaires. Pour avoir une notion sur les mutations multiples des substances alimentaires, il faut, une fois la première étape -- la digestion -- connue, analyser les phénomènes qui se passent dans l'intimité des tissus, c'est-à-dire dans *la cellule*, de façon à attribuer le rôle dévolu à chaque facteur : eau, sels, matières minérales, substances organiques, oxygène, etc.

1^o Role de l'eau. — L'eau de nos tissus a deux origines : pour une part — la plus petite —, elle provient de la combustion des matières organiques ; mais cette quantité d'eau est tout à fait insuffisante aux besoins de l'économie ; aussi l'alimentation en fait-elle pénétrer une partie beaucoup plus considérable. L'action de l'eau après son absorption est multiple.

D'abord, elle dissout, elle met en circulation et par conséquent en contact les substances les plus diverses.

C'est au sein de l'eau que se passent toutes les mutations chimiques dans la cellule animale.

C'est en solution aqueuse que sont éliminés tous les produits de désassimilation par le rein, par la peau.

Ce n'est pas tout, nous devons à H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE (1) la connaissance d'un nouveau rôle de l'eau dans l'organisme.

L'eau donne aux sels et à toutes les substances qui se dissolvent une quantité de calorique qu'ils conservent à l'état de chaleur latente, d'énergie intérieure. Toutes les fois, en effet, qu'un corps solide se dissout dans l'eau, il absorbe d'abord, aux dépens du dissolvant, la quantité de chaleur correspondant au travail dépensé pour détruire la cohésion de ses molécules, la température de la dilution s'abaisse et la substance qui se dissout s'approprie toute cette chaleur disparue.

De ce fait, le potentiel des molécules du corps dissous est accru dans des proportions considérables.

Grâce à l'emménagement de cette énergie, l'aptitude aux combinaisons et aux dédoublements s'accroît dans des proportions considérables dès qu'un corps entre en dissolution dans l'eau.

C'est encore grâce à cette propriété de l'eau que les plasmas intra et intercellulaires forment des solutions étendues des sels et de divers matériaux organiques, mais des solutions où *l'aptitude aux combinaisons est énorme* et où par conséquent des combinaisons et des dissociations se produisent continuellement.

2° Rôle des sels. — Les aliments usuels contiennent

(1) Leçons de la Soc. chim. de Paris, 1864-65.

toujours une quantité variable de sels minéraux; quelle est leur destinée?

Une partie des sels n'agissent qu'en fournissant leurs éléments aux molécules en voie de formation, comme lorsque les phosphates fournissent aux nucléines et aux léci-thines le phosphore qui entre dans leur constitution.

D'autres s'unissent aux composés organiques, sucres, matières albuminoïdes qui existent dans l'organisme; c'est ainsi que l'albumine, la caséine ne sont pas libres dans le lait, mais combinées aux sels de potasse, de soude, de magnésie.

Enfin ils agissent en rendant les milieux plus ou moins acides ou alcalins et en favorisant de ce fait les oxydations, l'action des diastases, etc.

Le rôle des sels est donc essentiel; aussi la vie ne saurait-elle subsister sans une alimentation minérale suffisante. Des expériences directes l'ont démontré.

FORSTER (1) observe le dépérissement et la mort des animaux par suite d'une alimentation artificiellement dépouillée de substances minérales.

La matière minérale vient-elle à manquer aux albuminoïdes, ceux-ci subissent des modifications profondes, et deviennent inassimilables. A la vérité, cette affinité des albuminoïdes pour les sels n'est pas admise par tous les auteurs. Dans les expériences ci-dessus mentionnées, la mort s'expliquerait par un autre mécanisme. D'après BUNGE, l'oxydation et l'hydratation des matières albuminoïdes — qui renferment toujours du soufre — déter-

(1) FORSTER, Handbuch der Hygiene von Pettenkoffer und Ziemssen.

— Aertzl. Intelligenzblatt für Bayern, 1878.

— Zeitschr f. Biologie, XV.

mineraient toujours la formation d'une faible quantité d'acide sulfurique. Cet acide s'empare des sels minéraux des aliments — particulièrement des carbonates — et se trouve ainsi neutralisé.

Dans les expériences de FORSTER, l'acide sulfurique, ne trouvant pas des bases minérales dans les aliments, s'attaque aux alcalis des tissus et détermine la destruction des cellules, en leur soustrayant une partie de leurs éléments constituants.

En somme, la mort, dans la déminéralisation, serait due à une intoxication acide.

L'intoxication acide existe dans certains cas et peut amener la mort. CZERNY (1), KELLER (2) ont même édifié une théorie séduisante d'après laquelle les symptômes de la gastro-entérite des nourrissons ne seraient dus qu'à une formation de trop grandes quantités d'acide dans l'intestin ; cet acide s'empare des alcalis des tissus, d'où les troubles profonds de la santé.

Mais si l'intoxication acide est réelle, parfois elle ne peut être invoquée, comme le fait BUNGE, dans les expériences de FORSTER.

LUNIN (3) reprit les expériences de FORSTER ; il remarqua que les animaux qui reçoivent une nourriture déminéralisée survivent plus longtemps, si on alcalinise celle-ci avec du carbonate de soude. Ce n'est pas l'addition d'une faible quantité de matières minérales qui les fait

(1) CZERNY. De l'intoxication dans la gastro-entérite des nourrissons. *Jahrb. Kinderheilk.* 1897.

CZERNY et KELLER. Formation des acides dans la gastro-entérite des nourrissons. *Jahrb. für Kinderheilk.* 1897.

(2) KELLER. Elimination d'ammoniaque dans la gastro-entérite des nourrissons. *Jahrb. für Kinderheilk.* 1897.

(3) MARFAN (Fr.). Traité de l'allaitement, 1899, p. 137.

survivre, mais bien l'addition d'un alcalin, car l'addition du chlorure de sodium ne donne pas de survie. Ces premières expériences semblaient en faveur de l'hypothèse de BUNGE.

Mais il faut remarquer, dit M. MARFAN, que si, par la neutralisation de l'acide sulfurique, la longévité des animaux était doublée, elle n'était pas moins remarquablement courte. L'absence de neutralisation de l'acide sulfurique n'explique pas entièrement les effets de la déminéralisation des aliments et il faut admettre que les sels sont indispensables parce que leurs éléments font partie intégrante de la matière organique, qu'ils sont une condition *sine qua non* de l'absorption et de l'assimilation.

Ainsi que nous venons de le voir, le rôle de l'eau et des sels est multiple et complexe. Si nous avons insisté sur leur rôle respectif, si nous avons analysé la destinée de l'eau et des sels dans l'organisme, avant d'envisager le rôle des matières albuminoïdes, c'est que ces dernières ne peuvent rien sans le secours des sels et de l'eau.

Maintenant nous pouvons aborder l'étude des modifications que subissent, dans l'organisme, les deux principaux groupes d'aliments : matières albuminoïdes et hydrates de carbone.

3^e Rôle des matières albuminoïdes. — Les matières albuminoïdes ont, au moment de l'ingestion, une composition chimique très compliquée ; or, après une série de mutations, elles se réduisent en définitive à trois produits de désassimilation. Ce sont : l'eau, l'acide carbonique et l'urée. Comment la matière protéique si complexe arrive-t-elle à des résidus si simplifiés ?

Par un double phénomène chimique : en premier lieu, par une suite d'hydratations faites en présence de l'eau, des sels en dissolution et provoquées par *les diastases*.

Ces hydratations, prouvées expérimentalement par SCHUTZENBERGER, par GAUTIER (1), forment le premier échelon dans la suite des changements que subissent dans l'organisme les albuminoïdes.

Métamorphose salutaire, nécessaire, car BERTHELOT (2) nous a appris que *l'hydratation des albuminoïdes dégage beaucoup de chaleur* et fait ainsi bénéficier l'organisme d'une quantité très appréciable d'énergie qu'elle rend disponible.

Voici donc une importante source d'énergie pour l'organisme ; mais elle n'est pas la seule. Les matières grasses et les réserves d'hydrates de carbone, arrivées directement du dehors, ou provenant des dédoublements subis par les matières albuminoïdes, grâce à l'oxygène libre venu du dehors, subissent une destruction puissante et directe. *Cette oxydation dégage une quantité de chaleur, d'énergie bien plus élevée* que celle qui dérive des dédoublements par hydratation.

Bien entendu, cette oxydation, de même que l'hydratation, s'opère par degrés ; de même qu'on rencontre dans les tissus, sang, etc., des produits d'hydratation intermédiaires ; de même nous trouvons des produits d'oxydations successives des sucres, graisses, hydrates de carbone, transformables à leur tour en eau et en acide carbonique qu'éliminent poumons et reins.

(1) GAUTIER. Chimie Biologique, 1892, p. 748.

(2) BERTHELOT. Chaleur animale. Encyclopédie Leauté.

CHAPITRE II

Transformation dans l'organisme des principes immédiats

Il nous sera facile, maintenant que nous avons passé en revue le mécanisme général de la vie cellulaire, de suivre chez l'animal les transformations que subissent les principes immédiats.

1° **Matières albuminoïdes.** — Les corps albuminoïdes arrivent entièrement formés : l'économie animale ne les produit pas ; elle ne fait que les utiliser.

Ils subissent, en partie dans l'intestin, en partie dans les cellules des tissus, une série de dédoublements par hydratation. Des matières albuminoïdes plus simples prennent ainsi naissance : propeptones, hémalbumoses, hémipeptones. Finalement, ces matières s'éliminent sous forme d'urée, d'eau et d'acide carbonique. Une petite partie s'élimine à l'état de corps azotés intermédiaires : acide urique, hippurique, xanthine, créatine, etc.

2° **Hydrates de carbone.** — Les hydrates de carbone (sucres, dextrines et corps analogues) proviennent les uns directement du dehors par l'alimentation, les autres sont formés dans l'organisme animal (glycogène et sucre dans le foie, dans les muscles, etc.) aux dépens des albuminoïdes et des graisses ingérés.

Quoi qu'il en soit des origines, une fois versée dans le sang, la glycose se répartit de la façon suivante :

- une partie est brûlée dans les muscles ;
- une partie dans le sang même ;
- une partie est changée en matières grasses ;
- une dernière est transformée par déshydratation en glycogène.

3° Matières grasses. — Les matières grasses ont aussi une provenance double ; une partie vient du dehors, avec les aliments, l'autre est formée dans l'organisme aux dépens des albuminoïdes et des hydrates de carbone.

Que devient cette matière grasse ? Il règne quelque incertitude à cet égard.

Les produits ultimes de leurs mutations sont connus : ce sont l'eau et l'acide carbonique ; mais comment les graisses arrivent-elles à cette expression finale si simple ?

M. GAUTIER (1) pense que les matières grasses subissent, comme les albuminoïdes, l'hydratation d'abord ; de par cette hydratation, les corps gras se décomposent en glycérine et en acides gras. Ceux-ci se combinent avec les alcalis des tissus pour former des stéarates, oléates, etc. ; finalement ces savons et la glycérine mise en liberté sont oxydés et donnent de l'eau et de l'acide carbonique.

(1) GAUTIER, Chimie biologique, 1892.

CHAPITRE III

Transformation des substances alimentaires chez l'adulte et chez le nourrisson

A la vérité, les phénomènes chimiques, les transformations subies par les substances alimentaires ne sont pas si simples ; c'est plutôt un tableau schématique qu'une reproduction exacte des faits.

Aussi avons-nous dû passer sous silence la production d'un grand nombre de déchets de l'assimilation tels que leucine, créatine, acide urique, etc., que l'organisme élimine dans les fèces, les urines, etc.

Toutefois cet exposé succinct nous permettra d'aborder le problème de la nutrition humaine en général et celle du nourrisson en particulier.

L'alimentation a constamment un double but :

1° Elle fournit à l'organisme les principes nécessaires à la rénovation des cellules et des tissus ;

2° Elle fournit, en outre, la source principale de l'énergie que déploie l'être vivant. Nous disons *source principale*, parce qu'une partie de l'énergie est acquise directement, grâce au milieu extérieur, sous forme de chaleur, d'électricité.

Cette énergie donnée par les aliments est une énergie latente, potentielle, qui ne deviendra énergie réelle qu'au

moment des mutations diverses des substances alimentaires dans l'organisme.

L'appréciation de cette énergie, qui seule peut nous donner la notion exacte de l'utilisation complète des matières alimentaires, n'est pas chose facile. L'énergie animale se manifeste tantôt sous forme de chaleur, tantôt sous forme de travail mécanique, tantôt enfin sous d'autres formes, pensée, par exemple. A quel critérium s'en rapporter?

Depuis les remarquables travaux de BERTHELOT (1), les physiologistes ont adopté l'unité de chaleur, la calorie, comme unité de comparaison de l'énergie.

Voici en quoi consiste la théorie thermochimique de BERTHELOT.

Les produits ultimes des substances alimentaires sont, — abstraction faite des produits minimes tel qu'acide urique, — au nombre de trois : eau, acide carbonique et urée. Les matières alimentaires, en subissant les transformations qui vont les amener à ces termes ultimes, dégagent de la chaleur. Or, si on calcule la somme de chaleur dégagée par la ration alimentaire normale d'un adulte en 24 heures, on arrive à ce résultat que cette quantité, enregistrée par le calorimètre, est à peu près équivalente à celle que dégage l'organisme en 24 heures.

En d'autres termes, si on mesure dans les excréta — sueur, air respiré, urines — la quantité d'eau, d'acide carbonique et d'urée éliminée en 24 heures et si on calcule la quantité de chaleur nécessaire pour transformer les aliments utilisés en ces substances, on arrive à un

(1) BERTHELOT, Essai de mécanique.

chiffre qui concorde à peu près avec la valeur calorique des aliments ingérés et avec la quantité de chaleur émise par l'organisme.

Cette identification complète du besoin nutritif et de l'énergie calorique dépensée par l'animal est passible de critiques ; mais elle tend à être adoptée par tous les physiologistes, en raison de la netteté qu'elle apporte dans l'étude du bilan nutritif. M. BERTHELOT a énoncé les données développées plus haut, sous la forme du théorème suivant :

« La chaleur développée par un être vivant qui ne reçoit le concours d'aucune énergie étrangère à celle de ses aliments, et n'effectue aucun travail extérieur, pendant la durée d'une période à la fin de laquelle l'être se retrouve identique à ce qu'il était au commencement (1), est égale à la différence entre les chaleurs de formation de ses aliments (l'oxygène et l'eau étant compris sous cette dénomination) et celle de ses excréments (eau et acide carbonique compris) ».

« Si l'animal a produit du travail extérieur au cours de cette période, la quantité de chaleur apparente sera diminuée proportionnellement à l'équivalent mécanique du travail accompli (une calorie disparue pour 425 kilogrammes produits) ».

Ce sont ces considérations théoriques qui permettent, dit M. GAUTIER (2), de calculer à chaque instant la quantité d'énergie calorique, dynamique, {développée ou dépensée par l'être vivant à la condition, d'une part, de

(1) C'est-à-dire restant avec le même poids et conservant le même état de santé qu'au début.

(2) GAUTIER, Chimie biologique, page 783.

connaître exactement la nature des principes constitutifs des aliments ou réserves consommés dans la période que l'on considère, d'autre part, les quantités de chaleur correspondant à leur combustion totale.

Pour établir ce calcul, il faut auparavant connaître à fond la composition chimique des principaux aliments; mais étant donné l'objet de notre travail, le seul aliment dont la composition exacte nous intéresse est le lait.

CHAPITRE IV

Composition chimique du Lait.

1. — LAIT MATERNEL

Malgré la multiplicité des travaux entrepris de tous côtés sur le lait de femme (c'est de celui-ci que nous nous occuperons d'abord), cette question est loin d'être élucidée ; des différences considérables existent dans les chiffres indiqués par les auteurs.

Voici un certain nombre d'analyses faites par des hommes compétents, que nous empruntons à la remarquable étude de M. Charles MICHEL (1).

On voit, à l'inspection de ce tableau, combien les écarts sont considérables ; pour ne prendre que deux exemples, dans l'analyse de FILHOL et JOLY, nous lisons 8,50 de matières albuminoïdes pour 1000 gr. de lait de femme ; or, d'après VERNOIS et BECQUEREL, il y en aurait 39,24.

M. Ch. MICHEL (2) s'est efforcé de trouver les causes de ces divergences ; elles sont nombreuses.

« Il faut tout d'abord remarquer que les variations des différents principes qui rentrent dans la composition du lait peuvent être — indépendamment des erreurs

(1) Ch. MICHEL, Sur le lait de femme et l'utilisation de ses matériaux nutritifs.

(2) Ch. MICHEL, *loco cit.*, p. 520.

ANALYSES DU LAIT DE FEMME (1)

Composition rapportée à 100 parties

	VERNOIS ET BECQUEREL	F. SIMON	F. MARCHAND	DOYÈRE ET FILLIOL	JOLEY (2)	FÉRY	BIELLS	CHRISTEN	LIDY	PALM	GORUP-BESANEZ	LEEDS	FORSTEN	BACKHAUS (3)	PEIFFER (4)
Eau,	883,68	866,00		842,20	875,50	870,93	876,10	872,40	878,05	878,08	872,40	897,66	877,99	882,50	881,60
Extrait	110,92	134,00	114,40	156,80	124,50	129,07	123,90	127,69	121,94	121,92	"	"	"	"	"
Matières sèches, . . .															
protéiques,	30,24	42,20	6,30	15,50	8,50	10,20	22,20	19,00	35,23	25,58	28,80	20,58	25,50	17,50	19,00
lipides gras,	26,66	27,40	32,87	70,70	41,90	42,02	36,19	42,30	40,21	40,57	36,80	40,13	38,70	33,00	33,00
Lactose, . .	43,64	23,90	73,50	69,00	69,00	73,67	60,60	50,60	42,65	52,59	"	69,97	55,40	62,50	65,00
Sels,	1,36	2,87	1,58	1,80	"	2,67	2,80	2,80	2,80	"	"	2,10	2,50	2,50	2,00
Nombre d'analyses.	89	"	"	"	"	25	6	5	14	20	"	"	"	"	"

(1) Voyez : Encyclopédie chimique, t. IX, p. 4167 et suiv. ;

(2) Dictionnaire de Wurtz, t. II, 1^{re} partie, p. 193 (Féry) et 303, lait de 2 mois 1/2 ; milieu de traite.

(3) Baccant : Mammelles sèches d'après les données de PERRIER, JOURNAL DE CHIMIE ET DE MÉDECINE, 1896, t. 1, p. 100.

(4) PERRIER, cité par GARNIER, in LEH-SCHAFER, Journal des Kinder, Tübingen, 1896.

inhérentes au procédé d'analyse employé, point sur lequel nous aurons à insister dans la suite — assez étendues. Nous nous contenterons d'énumérer ici les diverses circonstances, d'ailleurs assez mal connues, qui influent sur ces variations : la race, la constitution, les différents états physiologiques ou pathologiques, le régime alimentaire, l'état de repos ou de travail, l'âge du lait (compté à partir du dernier accouchement), etc.

« La richesse du lait en principes nutritifs varie encore aux différentes heures d'une journée, aux différentes périodes même d'une tétée. [C'est là un fait connu, mais dont on ne tient généralement pas compte lorsque l'on prélève un échantillon de lait de femme pour l'analyse ; aussi croyons-nous devoir rapporter ici quelques exemples destinés à montrer qu'il doit être pris en considération.

« P. RADENHAUSEN (1), prenant la densité d'un lait de femme aux différentes phases d'une même traite, obser-

Portions	Quantité	Extrait sec	Graisse	Lactose	Cendres	Azote
1 ^{re}	33 gr. 10	9 gr. 70 %	1.71 %	5.50 %	0.46 %	0.18 %
2 ^e	33 gr. 30	10 gr. 32 »	2.77 »	5.70 »	0.32 »	0.15 »
3 ^e	37 gr. 30	12 gr. 50 »	4.51 »	5.10 »	0.28 »	0.13 »

vait une décroissance constante et sensiblement régulière de 1.034, au début, à 1.028 à la fin. FORSTER (2) et M. de LÉON vidaient, 6 heures après une tétée, un

(1) P. RADENHAUSEN. *Zeitschr. f. physiolog. Chemie*, V, p. 13.

(2) J. FORSTER. Ueber Zusammensetzung der Frauenmilch (*Berichte der chem. Ges.* 1881, p. 591).

sein alors bien rempli de lait, de façon à obtenir 3 portions sensiblement égales (commencement, milieu et fin d'une même traite); ils dosaient ensuite, dans chacune d'elles, l'extrait sec, l'azote, la lactose et les cendres; ils trouvaient, pour un cas, entre beaucoup d'autres analogues, les chiffres inscrits dans le précédent tableau, où il est montré que la quantité de beurre notamment s'accroît constamment dans le lait, à mesure que la mamelle se vide, ce qui expliquerait la décroissance des densités observée par RADENHAUSEN.

« Plusieurs observateurs ont contesté l'exactitude de ces données; tous reconnaissent les variations du lait aux diverses phases de la traite, mais tous n'acceptent pas le fait d'une augmentation constante et régulière de la quantité de beurre.

« Nous devons à M. BUDIN une observation dont les résultats sont en plein accord avec les précédents :

« Une femme se présentait récemment à la consultation des nouveau-nés à la Maternité avec son enfant ; celui-ci n'augmentant pas sensiblement de poids, on fut amené à examiner le lait de la mère. Par pression, on faisait jaillir du sein un liquide dont les premières gouttes étaient transparentes comme de l'eau ; le sein, que la mère n'avait pas donné à l'enfant depuis 8 heures, fut vidé de manière à faire 3 portions à peu près égales. Voici quels furent les résultats de l'analyse pour le beurre :

Portions	Volume	Beurre par litre
1 ^{re}	14 c.c.	9 gr. 60
2 ^e	12 c.c.	16 gr. 40
3 ^e	12 c.c.	21 gr. 40

« Il s'agit ici d'un lait très pauvre, mais le fait de l'accroissement régulier et très notable des quantités de beurre pendant la traite n'en est pas moins confirmé.

« Si l'on répète ces expériences en ne se plaçant pas dans des conditions identiques à celles qu'ont indiquées FORSTER et M. de LÉON, on peut constater des variations assez souvent irrégulières :

« Sur 12 nourrices, nous avons fait prélever, en quantités sensiblement égales pour chacune d'elles, du lait de 3 tétées différentes, de façon à obtenir les laits du commencement d'une tétée du matin, du milieu d'une tétée de midi et de la fin d'une tétée du soir ; voici les résultats de l'analyse rapportés au litre :

Matériaux dosés	Commencement	Milieu	Fin
Densité.....	1032.5	1033	1030.5
Extrait sec.....	114.55	113.65	125.61
Sels.....	1.50	1.60	1.66
Beurre.....	24.80	24.40	37.00
Azote.....	1.95	»	2.47

« Autre exemple : commencement, milieu et fin de 3 traites différentes sur une même femme :

Matériaux dosés	Commencement	Milieu	Fin
Densité.....	1032	1030	1031
Extrait sec.....	136.50	153.10	140.30
Sels.....	2.40	2.60	2.90
Beurre.....	45.80	59.50	48.40
Azote.....	2.84	2.79	2.78

« Ces exemples montrent nettement qu'il est néces-

saire, si l'on veut se rendre compte de la valeur d'un lait, de préciser la phase de la traite pendant laquelle il a été prélevé.

« Dans toutes les analyses que nous avons faites à la Maternité, et dont nous rapporterons plus loin les moyennes, le lait était recueilli de la façon suivante :

20 c.c. au commencement d'une tétée du matin.

20 c.c. au milieu d'une tétée de midi.

20 c.c. à la fin d'une tétée du soir.

ou inversement, en tout 60 c.c. mélangés pour être analysés ensuite. Nous pensons ainsi avoir opéré sur des laits de composition sensiblement moyenne, eu égard aux variations du jour et des traites.

« Nous essaierons maintenant d'expliquer pourquoi les chiffres (inscrits dans le tableau de la page 24), concernant la lactose et les matières albuminoïdes notamment, sont si variables avec les auteurs. Nous pensons qu'il s'agit là de procédés d'analyse imparfaits ou inexacts. Généralement, on dose les éléments du lait de la façon suivante :

« a) L'extrait sec obtenu par évaporation à 100°; cet extrait comprend tous les éléments du lait, moins l'eau, c'est-à-dire les sels, le beurre, la lactose et les matières albuminoïdes.

« b) Les sels par incinération de l'extrait sec.

« c) La lactose avec le saccharimètre ou la liqueur de FEHLING.

« d) Le beurre par séparation au moyen de l'éther.

« Si l'extrait sec ne contient que les substances précitées, il est bien évident que la différence entre le poids

de cet extrait (*a*) et la somme (*b+c+d*) des poids trouvés pour les sels, le beurre et la lactose, devra représenter le poids de la matière albuminoïde.

« En un mot, disons que, généralement, on dose tout, dans le lait, sauf les matières albuminoïdes que l'on calcule par différence, comme il vient d'être indiqué.

« Or, supposons que l'on ait trouvé dans le dosage de la lactose 10 grammes en moins, ces 10 grammes se retrouveront, mais en trop cette fois, sur la matière albuminoïde. C'est à des erreurs de cet ordre que sont dues, croyons-nous, les divergences inscrites au tableau de la page 24 : beaucoup d'auteurs ont publié pour la lactose des chiffres trop faibles, et pour les albuminoïdes des chiffres calculés par différence et par suite trop forts.

« L'erreur dans le dosage de la lactose provient de l'emploi du saccharimètre. C'est avec la liqueur de FEHLING que l'on doit opérer, si l'on veut obtenir des résultats suffisamment exacts. M. DENIGÈS a montré, en effet, qu'il existait dans les laits de femme, d'ânesse et de jument, à côté de la lactose, une substance active sur la lumière polarisée. Dans le lait de femme, cette substance, encore indéterminée, possède un pouvoir rotatoire de sens contraire à celui de la lactose, aussi obtient-on avec le saccharimètre des déviations trop faibles et, par suite, des chiffres inférieurs à ceux que fournit le dosage avec la liqueur de FEHLING.

« C'est là un fait que nous avons eu maintes fois l'occasion d'observer : nous avons même pu remarquer que les différences entre les chiffres fournis par ces deux procédés de dosage appliqués à un même lait étaient d'autant plus considérables que ce lait était

plus jeune, c'est-à-dire plus voisin du colostrum ; ce qui semblerait indiquer que la substance optiquement active, signalée par M. DENIGÈS (1) existe dans le lait de femme en quantité d'autant plus grande qu'il est plus jeune.

« Nous allons rapporter maintenant les moyennes d'analyses de laits de femmes prélevés à la Maternité de Paris sur des mères et des nourrices.

« Tous les laits que nous avons analysés ont été recueillis, comme il est dit précédemment, pour obtenir un échantillon de composition moyenne (commencement, milieu et fin de traites).

« L'extrait sec était obtenu à 100°.

« La lactose dosée par la liqueur de FEHLING, l'azote par la méthode de KJELDAHL, le beurre par le procédé d'ADAM.

« Les matières albuminoïdes furent calculées non pas par différence, mais d'après la quantité d'azote contenu dans le lait. Nous admettons que 1 gramme d'azote correspond à 6 gr. 75 de matières protéiques ; ce dernier coefficient étant établi d'après la moyenne (14,81 0/0) entre les chiffres que MAKRIŠ (2) (14,65 0/0) et WROBLEWSKI (3) (14, 97 0/0) ont indiqués pour la teneur en azote de la caséine de lait de femme.

« Étant données les différences assez importantes que présentent entre eux les divers laits suivant leur âge, nous avons cru nécessaire de placer à part des moyen-

(1) DENIGÈS. Identification et dosage des lactoses dans les différents laits. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1893, t. XXVIII, p. 413.

(2) MAKRIŠ. *Dissert. inaug.* Strasbourg, 1876.

(3) WROBLEWSKI. *Jahr. f. Thierh.*, p. 211, 1894.

nes spéciales correspondant au lait « jeune » recueilli entre le cinquième et le quinzième jour après l'accouchement : ces moyennes nous serviront d'ailleurs à calculer l'utilisation des principes nutritifs du lait pendant la période précitée.

ANALYSE A		
Composition du lait de femme.	Densité.....	1032,5
	Eau.....	908 gr. 64
Moyennes calculées par litre, d'après les analyses de 72 laits, dont 14 étaient âgés de 5 à 15 jours, et 58 de 2 mois à un an.	Extrait sec.....	123 — 86
	Sels minéraux.....	2 — 06
	Beurre.....	33 — 81
	Lactose hydratée.....	72 — 35
	Azote total.....	1 — 996
	Matières protéiques.....	13 — 47
	Matières extractives indéterminées.....	2 — 17

« Nous avons dosé deux des éléments les plus importants de la matière minérale : la chaux et l'acide phosphorique.

Par litre :

Chaux.....	0 gr. 402
Acide phosphorique.....	0 — 436

« Parmi les laits qui nous ont servi à établir ces moyennes, 14 ont été prélevés entre le cinquième et le quinzième jour qui suivent l'accouchement ; les 58 autres proviennent de nourrices dont :

12 étaient accouchées depuis 2 ou 3 mois.		
8	—	4 »
7	—	5 »
8	—	6 »
7	—	7 »
6	—	9 »
4	—	11 »
6	—	un an

« Il eût été intéressant d'étudier les variations des quantités de lait que peut fournir journellement chaque femme aux différentes périodes de l'allaitement, et leur influence sur la composition de ce lait. On ne sait sur ce sujet que fort peu de choses et l'on admet généralement que la quantité de lait que peut fournir la mère est celle que prend le nourrisson. Or, comme l'a très bien montré M. BUDIN (1), une femme peut produire des quantités de lait de beaucoup supérieures à celles qui seraient nécessaires à la nutrition parfaite de son propre enfant, la production du lait augmentant avec la demande.

« Si nous admettons, ce qui est très probable et facile à vérifier, que la quantité influe sur la qualité, nous devons indiquer approximativement à quelle production moyenne journalière correspondent les chiffres rapportés précédemment.

« Les 14 femmes dont le lait fut examiné entre le cinquième et le quinzième jour après l'accouchement, produisaient en moyenne de 550 à 600 grammes de lait par jour. Les 58 autres étaient des nourrices des services de l'accouchement et du pavillon des Débiles de la Maternité fournissant en moyenne, d'après les chiffres qui nous ont été remis par M. BUDIN, de 1700 à 1800 grammes de lait. Nous admettons donc que les chiffres de l'analyse A se rapportent à une production journalière de 1300 à 1400 grammes.

ANALYSE B.

« Voici, maintenant, les moyennes d'analyses de laits

(1) P. BUDIN. *L'Obstétrique*, 15 septembre 1897.

« jeunes » récoltés entre le cinquième et le quinzième jour qui suivent l'accouchement :

Par litre :

Densité.....	1032		
Eau.....	907	gr.	89
Extrait sec.....	124	—	11
Sels minéraux.....	2	—	71
Beurre.....	30	—	20
Lactose hydratée.....	67	—	47
Azote total.....	2	—	65
Matières protéiques.....	17	—	88
Matières extractives et indéterminées.	5	—	85

« La matière minérale comprend :

Par litre :

Chaux.....	0	gr.	445
Acide phosphorique.....	0	—	480

« En comparant ces moyennes (B) aux précédentes (A), on voit que le lait de la période post-partum est notablement plus riche en matériaux azotés, en sels minéraux, et qu'il est au contraire plus pauvre en beurre, et surtout en lactose, que le lait des périodes postérieures.

« Voici d'ailleurs quelle était la composition moyenne de nos 58 laits de nourrice recueillis de 2 à 12 mois après l'accouchement :

ANALYSE C

Par litre :

Densité.....	1032,5		
Eau.....	908	gr.	70
Extrait sec.....	123	—	80
Sels minéraux.....	1	—	90
Beurre.....	34	—	68
Lactose hydratée.....	73	—	52

Azote total.....	4	gr.	83
Matières protéiques	12	—	35
Matières extractives déterminées.	4	—	35

« Nous rappellerons en terminant que l'étude des variations de composition du lait pour chacun des jours qui suivent l'accouchement pendant la période de l'allaitement a été faite en partie par CAMERER (1), à qui nous empruntons les données suivantes : la teneur en graisse et en sucre oscille irrégulièrement et notablement à partir du troisième jour ; la teneur en albuminoïdes décroît régulièrement à partir de la naissance pour atteindre, dans la deuxième moitié de la 1^{re} année, une valeur qui serait, en moyenne, égale à 1,6 %/o. »

Analyse du lait maternel employé. — Nous avons été amené par nos recherches sur l'assimilation du nourrisson à faire un certain nombre d'analyses de lait de femme.

Ces analyses sont au nombre de dix ; elles portent sur le lait de la même femme — la mère de notre nourrisson n° 1. Chaque jour, on faisait le matin, à midi et le soir, la traite de 10 à 15 cm. cubes de lait ; c'est le mélange des trois liquides qui fournissait le lait à analyser.

Avant d'exposer le résultat de ces analyses, nous croyons devoir indiquer la méthode analytique suivie.

Dans le lait primitivement bien mélangé, on prélève à l'aide d'une pipette, dont le volume a été vérifié, 3 prises de 10 cm. cubes, l'une sert à déterminer l'extrait sec, la 2^e la densité du lait et la proportion de cendres, la 3^e sert à doser le beurre.

I. EXTRAIT SEC. — On sèche le lait à l'étuve dans une capsule en porcelaine tarée. L'extrait est remué fré-

(1) CAMERER. Der Stoffwechsel des Kindes. Tubingen, 1896, p. 11.

quemment avec un agitateur, de façon à en mettre toutes les portions en contact avec l'atmosphère. Il est maintenu à l'étuve à 80° jusqu'à ce que son poids reste constant. Après dessiccation, l'augmentation du poids de la capsule donne le résidu fixe et, par différence, on a le poids de l'eau.

II. DENSITÉ ET CENDRES. — On introduit, dans une capsule de platine tarée, le lait mesuré au moyen de la pipette. La différence de poids trouvée donne le poids de 10 cm. cubes de liquide. La densité est prise, d'autre part, avec un densimètre, de façon à contrôler le résultat précédent. — Le liquide est alors évaporé à feu nu sur une petite flamme placée à quelques centimètres du liquide, de façon à éviter une ébullition vive. Il se fait dans ces conditions une pellicule assez résistante qui arrête les projections qui se produisent à la fin de l'expérience. On calcine le résidu au rouge sombre, dès qu'il peut supporter l'action de la flamme sans crépiter. Le charbon est ensuite lavé pour enlever les chlorures volatilisables et les phosphates réductibles, puis le résidu est calciné au rouge blanc avec un peu de nitrate d'ammoniaque pour brûler tout le carbone restant, les eaux provenant du lavage des cendres sont évaporées dans la capsule dont l'augmentation de poids donne la totalité des cendres.

III. PHOSPHATES. — Les cendres sont alors additionnées d'acide chlorhydrique étendu que l'on ajoute par petites portions, de façon à éviter toute projection.

On évapore à l'étuve à 80°, on reprend par l'eau acidulée par l'acide acétique et on précipite la chaux à l'état d'oxalate. Pour cela, on ajoute 3 à 4 cm. cubes d'une solution d'acétate de soude au 1/10, de manière à rem-

placer par de l'acide acétique l'acide minéral qui peut rester, puis on projette dans la liqueur quelques cristaux d'oxalate d'ammoniaque; on laisse reposer le précipité, puis on le lave par décantation et filtration. La liqueur filtrée contient tout l'acide phosphorique, mais aussi de l'oxyde de fer et de l'albumine qu'il faut empêcher de précipiter par l'ammoniaque au moment de la production du phosphate ammoniaco-magnésien. On a recours à l'acide citrique en présence duquel l'oxyde de fer et l'albumine restent en solution dans un liquide alcalin. On ajoute donc à la liqueur une solution de citrate d'ammoniaque. Pour former le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, on verse 25 cm. cubes de la liqueur magnésienne, puis de l'ammoniaque, on laisse le précipité se produire, puis déposer. — Ensuite il est lavé par décantation et filtration avec de l'eau ammoniacale, jusqu'à ce que l'eau ne précipite plus par l'azotate d'argent : on le sèche à l'étuve, il est séparé du filtre qui a été calciné à part, puis le tout est porté au rouge vif dans la capsule en platine, de façon à le transformer en pyrophosphate de magnésie. Connaissant le poids de ce dernier corps, on en déduit le poids d'acide phosphorique.

IV. CHAUX. — La chaux est dosée à l'état de sulfate. Le précipité obtenu de l'opération précédente est séché, puis détaché du filtre, qui a été incinéré en traitant les cendres par une goutte d'acide sulfurique. Le précipité est ajouté aux cendres du filtre, calciné pour le transformer en carbonate, redissous dans l'acide chlorhydrique. La solution est portée à l'ébullition pour chasser la plus grande partie de l'acide libre. Dans la liqueur bouillante, on ajoute $\text{SO}^4 \text{H}^2$ jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de précipité ;

on laisse reposer quelques heures, on lave en additionnant l'eau de 2 fois son volume d'alcool, jusqu'à ce que l'eau ne précipite plus par le chlorure de baryum. Le précipité est ensuite séché, pesé ; le poids de sulfate étant connu, il est facile de calculer le poids de chaux.

V. BEURRE. — Le beurre est dosé par la méthode d'ADAM. Dix cent. cubes de lait sont introduits par aspiration, puis, par l'ouverture supérieure, on verse jusqu'au trait 32 c. m. c. la liqueur normale. — Ces 2 liquides, mélangés avec soin, ont été laissés au repos quelques minutes. — La couche butyreuse se rassemble à la surface ; en ouvrant le robinet, on la sépare du reste du liquide. On ajoute de l'eau distillée, on soutire à nouveau.

La solution grasse, versée dans une capsule tarée, donne, après évaporation et refroidissement, le poids de beurre contenu dans 10 cent. cubes de lait.

VI. AZOTE TOTAL. — L'azote total a été dosé par la méthode de KJELDAHL.

On a opéré sur 10 cc. de lait auxquels on ajoute 20 cc. d'acide sulfurique pur et 1 gr. de mercure. On chauffe jusqu'à ce que la liqueur soit incolore, puis on laisse refroidir. On y ajoute 100 cc. d'eau, puis 1 gr. 50 à 2 gr. d'hypophosphite de soude, afin de décomposer les amidures de mercure qui se sont formés pendant la destruction de la matière organique. (L'hypophosphite est employé de préférence au sulfure de sodium qui réduit incomplètement ces amidures). On sature l'acide sulfurique par un excès de soude caustique, en se servant de teinture de tournesol comme indicateur, puis on distille de façon à recueillir 50 cc. environ de liquide. Ce liquide est reçu dans une solution d'acide sulfurique titrée. On a déterminé

alcalimétriquement la quantité d'acide sulfurique neutralisée, on en déduit le poids d'ammoniaque formé, par suite celui de l'azote dans le poids de substance soumis à l'analyse.

Les 6 analyses de lait nous ont fourni des chiffres tellement semblables les uns aux autres, {les variations d'un jour à l'autre furent tellement minimes que nous avons cru pouvoir nous dispenser de publier l'analyse de chaque jour. Nous indiquons dans le tableau suivant une moyenne des six jours, mais une moyenne qui représente à une très grande approximation près l'analyse de chacun des six jours de l'expérience. Voici cette moyenne.

Sur 1000 gr. de lait, nous avons trouvé :

Extrait sec	125 gr.
Sels minéraux.....	2 — 02
Acide phosphorique.....	0 — 425
Chaux.....	0 — 385
Matières grasses.....	32 — 50
Azote total.....	1 — 12

2. — LAIT DE VACHE

Ainsi que nous l'indiquerons dans un des chapitres suivants, nos recherches ont porté sur l'assimilation de deux nourrissons : l'un nourri au lait maternel, l'autre au lait de vache.

L'analyse minutieuse du lait de vache employé s'imposait donc au même titre que l'analyse du lait maternel.

Comme pour le lait de femme, la composition quantitative du lait de vache est sujette à de grandes variations.

On connaît les vaches beurrières, — dont le lait est riche en matières grasses — et les vaches fromagères, dont le lait contient surtout de la caséine.

Voici la composition moyenne du lait de vache, d'après FILHOL et JOLY.

Composition centésimale moyenne du lait de vache, d'après FILHOL et JOLY :

Eau.....	87 gr. 8
Caséine et autres albuminoïdes.....	2 — 17
Corps gras.....	4 — 5
Sucre de lait.....	5 — 5
Sels.....	0 — 18

Le tableau suivant, emprunté à M. MARFAN (1), représente la moyenne d'un grand nombre d'analyses de GAUTIER, PFEIFFER, MICHEL, FERY.

Les matières sont calculées pour 1000 centimètres cubes :

Caséine et autres albuminoïdes.....	33 gr.
Lactose.....	55 —
Beurre.....	37 —
Sels.....	6 —
Gaz dissous.....	215 c ³
Densité à 15°.....	1032

La proportion de matières minérales est représentée dans les deux tableaux suivants.

Tableau de BUNGE :

Pour 1000.	Lait de vache.
Potasse (K ² O).....	1 gr. 776
Soude (Na ² O).....	1 — 110
Chaux (CaO).....	1 — 599
Magnésie (MgO).....	0 — 210
Oxyde de fer (Fe ² O ³).....	0 — 003
Anhydride phosphorique (Ph ² O ³).....	1 — 974
Chlore (Cl).....	1 — 697

(1) MARFAN, Traité de l'allaitement, p. 10.

Tableau de PAGÈS (1).

Pour 1000 Cent. cubes	Lait de vache.
Chlore.....	1.3 — 0.9
Acide phosphorique.....	1.4 — 2.5
Chaux.....	1.2 — 2
Potasse.....	2.5 — 2.0
Soude.....	0.5 — 0.9

Nous avons insisté, en faisant l'étude chimique du lait de femme, sur les grandes variations dans la composition de ce lait, selon la nourriture, la traite, etc. Les mêmes variations s'observent aussi chez la vache; témoin ce tableau que nous empruntons à M. GAUTIER (2).

Les différentes analyses du lait stérilisé qui a servi à nourrir notre enfant n° II nous ont donné la moyenne suivante par 1000 grammes:

Extrait sec.....	137 gr. 25
Sels minéraux.....	3 — 35
Acide phosphorique.....	0 — 903
Chaux.....	1 — 049
Matières grasses.....	30 — 20
Azote total.....	3 — 16

(1) PAGÈS, Physiologie de la matière minérale du lait. Thèse de doctorat ès Sc. naturelles. Paris, 1894.

(2) GAUTIER, Chimie biologique, page 724.

COMPOSITION ET VARIATIONS DU LAIT DE VACHE

Nature du lait	Densité	Résidu sec	Albuminoïdes	Sucre	Beurre	Sels minéraux	Eau	Auteurs
Moyenne des 10 analyses....	»	14.15	3.80	5.27	4.38	0.70	85.85	POGGIALE
Moyenne	»	14.20	5.40	4.04	4.30	0.54	85.71	BÉSANEZ
Moyenne du lait de 17 fermes anglaises.....	1.032	13.85	9.39		3.68	0.78	86.75	CARTER BELL
Bonnes fermes des environs de Paris.	1.032	13.57	3.33	5.28	4.20	0.76	86.43	ADAM
Lait de 200 jours ; 5 étières par jour. Foin.....	»	12.30	3.00	4.70	4.50	0.10	87.70	BOUSSINGAULT et LEBEL
Même vache ; lait de 210 jours. Betterave.....	»	12.90	3.40	5.30	4.00	0.20	87.10	
La même ; lait de 310 jours ; 31. par jour. Foin, tourteau.	1.034	13.20	3.40	6.00	3.60	0.20	86.80	
Vache en prairie ; traite après beaucoup d'exercice.....	1.034	13.50	5.40	3.80	3.70	0.60	86.50	LYON
La même nourrie à l'étable ; lait du soir	1.031	14.30	4.90	3.80	5.10	0.50	85.70	PLAYFAIR
Vache de 7 ans ; lait de 6 mois ; traite entière	1.027	17.39	4.25	4.75	8.25	0.144	82.61	FILHOL et JOLY
Moyenne générale	1.032	13.30	3.60	5.00	4.00	0.70	86.70	CH. GIRARD

CHAPITRE V

Equivalent calorique des aliments

L'analyse de l'aliment du nourrisson connue, il nous reste à savoir quelles sont les chaleurs de combustion des divers éléments qui entrent dans la constitution du lait; ou, en d'autres termes, il nous reste à chercher quelles sont les calories développées dans l'intimité des tissus, par la transformation des substances constituantes du lait en eau, acide carbonique et urée.

Les chiffres qui suivent sont empruntés à RUBNER (1) et à M. BERTHELOT (2).

La chaleur de combustion de la saccharose est de 3.962; c'est-à-dire qu'un gr. de saccharose ou de ses isomères (la galactose ou sucre de lait, etc.), en se brûlant dans le calorimètre et en se transformant totalement en eau et en acide carbonique, dégage près de quatre calories (3).

Dans les mêmes conditions, la chaleur de combustion de l'albumine est de 4 calories 857 d'après M. BERTHELOT, de 4,424, d'après RUBNER.

La graisse est de toutes les substances alimentaires

(1) RUBNER. *Zeitschrift f. Biologie*, 1879.

(2) BERTHELOT. *Annales du Bureau des Longitudes* pour 1891.

(3) Il s'agit de la grande calorie; c'est-à-dire de la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré centigrade la température de 1 kilogr. d'eau distillée.

celle dont la chaleur de combustion est la plus grande ; elle est de 9.300 (RUBNER) ; plus du double par conséquent de l'albumine (caséine, etc.).

D'après les expériences de RUBNER sur des chiens nourris avec des quantités déterminées d'aliments, 100 grammes de graisse, en brûlant chez l'animal, produisent la même énergie calorifique :

Viande (sèche).....	243 grammes.
Amidon.....	332 —
Saccharose.....	234 —
Glucose.....	256 —

Ces quantités des divers aliments fournissant la même chaleur de combustion sont dites *isodynamiques*, mais ont-elles aussi la même valeur alimentaire ?

Les expériences sur les animaux démontrent qu'il n'y a aucune équivalence alimentaire et qu'une alimentation exclusivement composée de graisses et d'hydrates de carbone ne pourrait entretenir la vie normale. Pour qu'une ration alimentaire soit suffisante, il faut qu'elle renferme (1) :

1° Une quantité minima d'albumine, soit environ 1 gr. d'albumine par kilogramme et en 24 heures ;

2° Un complément d'hydrates de carbone et de graisses qui peuvent être associés en proportion variable, mais dont la quantité totale doit être telle qu'elle puisse couvrir le besoin de calories non fournies par l'albumine.

Mais si l'équivalence n'existe pas entre les deux groupes de matières alimentaires — hydrates de carbone d'une part, albuminoïdes de l'autre, — elle existe parfai-

(1) MARFAN. Traité de l'allaitement, p. 135.

tement entre les substances alimentaires appartenant au même groupe.

Par exemple, les graisses et les hydrates de carbone peuvent se suppléer dans une large mesure.

« On peut, dans un régime, supprimer presque entièrement la graisse, à la condition de fournir en hydrates de carbone le nombre nécessaire de calories. Toutefois, si on instituait un régime composé uniquement avec la quantité minime d'albumine indispensable et avec des hydrates de carbone, le pouvoir calorigène de ces derniers étant faible, il en faudrait une telle quantité qu'il y aurait surcharge gastro-intestinale et que des troubles digestifs éclateraient. Les corps gras doivent donc entrer presque forcément dans le régime, car leur pouvoir calorigène est considérable et une petite quantité de graisse équivaut à une quantité considérable d'hydrates de carbone (100 gr. de graisses correspondent à 240 grammes d'hydrates de carbone).

« D'autre part, une alimentation qui serait composée uniquement de la quantité minima d'albumine indispensable et de corps gras, à l'exclusion d'hydrates de carbone, ne peut être poursuivie pendant longtemps, parce que la digestion de la graisse, qu'il faudrait ingérer en abondance, se fait plus difficilement que celle des amylacés et des sucres (1). »

A la chaleur produite par la combustion des graisses, des hydrates de carbone, des albumines, il faut ajouter celle qui résulte de l'union de l'oxygène avec l'hémoglobine pour constituer l'oxyhémoglobine, quantité fort importante, car elle mesure la chaleur dégagée dans le

(1) MARFAN, *Traité de l'allaitement*, p. 135.

poumon lorsque l'oxygène s'y fixe au sang. Cette quantité de chaleur doit être déterminée, car on l'utilise, pour calculer la chaleur dégagée dans l'intimité des organes où se fait la combustion des principes immédiats, en s'unissant à l'oxygène qu'ils empruntent à l'oxyhémoglobine.

M. BERTHELOT a montré que la chaleur ainsi dégagée par 32 grammes (ou une molécule) d'oxygène, en se combinant au sang veineux, s'élève à 14 calories 77. Cette valeur fournit une estimation exacte de la chaleur animale par la seule connaissance de l'oxygène consommé en chaque cas, ou par celle de l'acide carbonique et de l'eau produits.

En somme, nous savons aujourd'hui que les aliments sont les sources de la chaleur et de toute l'énergie des animaux, nous connaissons la valeur calorique de ces substances.

Afin de pouvoir retrouver cette énorme quantité d'énergie fournie à l'animal, nous rechercherons comment et où se fait la dépense de cette énergie.

Une première et très importante dose d'énergie est dépensée par les animaux à sang chaud par la *production de la chaleur* nécessaire au maintien du corps à une température constante.

Cette perte est très forte. LAVOISIER avait déjà déduit par des observations faites au calorimètre que des 2.600 calories environ dont dispose dans nos climats un adulte moyennement nourri, 1.700 sont dépensées par le rayonnement du corps à la surface de la peau.

Le travail mécanique nécessite une autre déperdition d'énergie, un adulte moyen qui se livre à un travail sou-

tenu de 8 à 10 heures par jour dépense environ 250.000 kilogrammètres, correspondant à 590 calories.

Enfin la sécrétion, le développement des cellules, la pensée, etc., consomment aussi de l'énergie fournie par les aliments. C'est grâce à ces données de l'équivalent en énergie des aliments, et à la connaissance des dépenses nécessitées par l'organisme qu'on est arrivé à déterminer aujourd'hui le bilan complet de la nutrition chez l'adulte, chez l'enfant et chez le nourrisson.

L'animal rend en effet toute l'énergie qu'il emmagasine.

L'être animé, dit M. GAUTIER, ne consomme rien pour vivre, il rend intégralement, après avoir parcouru le cycle complet de son fonctionnement et être revenu à son état d'équilibre initial, la totalité de l'énergie dont il disposait, énergie mesurée, dans un temps donné, par celle des aliments consommés. On en retrouve intégralement l'équivalent dans la chaleur rayonnée par l'animal, le travail dynamique qu'il a accompli et la structure des principes immédiats nouveaux qu'il a produits ou organisés durant ce même temps. C'est ce que M. BERTHELOT a si bien résumé par ces mots : *L'entretien de la vie ne consomme aucune énergie qui lui soit propre.*

CHAPITRE VI

Particularités des échanges nutritifs chez le nourrisson

Les considérations que nous venons d'exposer visent particulièrement l'*adulte*.

Dans le jeune âge, un autre facteur intervient et établit une différence fondamentale entre les échanges nutritifs du nourrisson et ceux de l'adulte. En effet, l'adulte — au moins l'adulte moyen, avec une alimentation moyenne aussi — ne subit, durant les expériences faites sur ses échanges nutritifs, aucun changement; il n'augmente ni ne perd de son poids; toute sa ration alimentaire a été utilisée pour la mise en liberté d'énergie calorique, mécanique, et toute cette énergie a été dépensée; à la fin de l'expérience, l'homme se trouve donc dans les conditions du début.

Or, ces conditions ne se retrouvent plus chez le nourrisson.

En faisant abstraction des premiers jours de la vie du nouveau-né, période pendant laquelle il perd de son poids, on peut dire que le poids de l'enfant suit une progression constante et que cet accroissement est d'autant plus sensible que l'enfant est plus près de sa naissance. Consultons quelques courbes de poids :

Au moment de la naissance, l'enfant pèse en moyenne 3.000 à 3.250 gr.

Pendant les premiers jours qui suivent la naissance, l'enfant ne prenant presque pas de nourriture et évacuant une quantité abondante de matières (urine et méconium) perd 150 à 200 gr., de sorte que si on le pèse le 2^e ou 3^e jour on le trouvera plus léger qu'à la naissance.

Mais à partir du 4^e jour, la courbe remonte et le 6^e ou 7^e jour, c'est-à-dire à la fin de la première semaine, il a regagné son poids initial. A partir de ce moment, l'enfant augmente de 700, 750 à 800 gr. par mois, c'est-à-dire de 25 à 30 gr. par jour. Ce gain se réduit pendant les mois suivants à 20, à 15 gr. même, l'enfant n'augmentant que de 600 à 500 gr. par mois; au quatrième mois, il peut avoir doublé son poids initial.

Mais plus l'enfant avance en âge, moins l'augmentation journalière est marquée; alors que, dans les premiers mois, l'enfant gagne 25 à 30 gr. par jour; à partir du 5^e mois, il ne gagne plus que 20 gr.; à 8 mois, ce chiffre s'abaisse à 15 gr. par jour, puis à 12 gr. et à 10 grammes.

A un an, l'enfant a souvent triplé son poids de naissance; s'il pesait par exemple 3.000 grammes en venant au monde, il pèsera 6.000 grammes à 4 mois, et 9.000 grammes à 12 mois; pendant les quatre premiers mois, il aura gagné autant que dans les huit derniers mois.

Cet accroissement de poids fait que, chez le nourrisson, l'étude des échanges nutritifs se complique en ce sens que l'alimentation chez le nourrisson doit non seulement rénover sa substance, entretenir son énergie, subvenir aux besoins de son activité fonctionnelle; mais elle doit en plus *fournir les matériaux de la croissance.*

S'il en est ainsi, l'enfant doit utiliser proportionnellement plus d'aliments que l'adulte, ou, en d'autres termes, l'assimilation doit l'emporter sur la désassimilation.

Voyons les faits.

Dans sa remarquable étude des échanges nutritifs, RUBNER (1) déduit de nombreuses expériences que l'assimilation des matières albuminoïdes faite par *un adulte* nourri exclusivement de lait de vache est de 91 0/0; d'après PRAUSSNITZ, elle serait même moindre, 88 0/0, alors que, chez l'enfant, la quantité d'azote utilisée est beaucoup plus grande, et d'autant plus grande que l'enfant est plus jeune.

Voici les chiffres que nous trouvons dans un travail de LANGE (2).

CAMERER		LANGE		CAMERER
Enfants de 4 à 11 ans	}	Enfants de moins	}	Nourrisson
94 0/0		d'un an		de quelques jours
		95 0/0		97 0/0

Donc plus l'enfant est jeune, plus l'assimilation est active.

Les chiffres d'UFFELMANN se rapprochent sensiblement de ceux de CAMERER et de LANGE.

Pour ce dernier auteur, la résorption est en moyenne:

pour l'adulte, de 90 0/0 d'azote ingéré;

pour l'adolescent de 94 0/0;

pour le nourrisson de 97,5 0/0.

Ce chiffre de 97, 5 0/0 s'applique au nourrisson qui prend du lait maternel; les enfants nourris au lait de vache n'assimilent que 95, 46 0/0.

(1) RUBNER. *Zeitschr. für Biologie*, 1879, t. XV.

(2) LANGE. Ueber den Stoffwechsel des Säuglings. *Jahrb.f. Kinderheil*, 1895, t. XXXIX.

MICHEL (1) a cherché le degré de l'assimilation des divers aliments du lait; il trouve que le nourrisson assimile :

96. 35 0/0 de graisses ;

93. 60 0/0 de matières azotées ;

78. 0/0 seulement de sels.

Tous les auteurs sont donc d'accord sur ce fait, à savoir : que l'assimilation des nourrissons est beaucoup plus active que chez l'adulte et que cette hyperassimilation porte surtout sur les matières albuminoïdes.

Mais il y a encore une autre particularité dans l'assimilation du nourrisson.

Lorsque, chez l'adulte, on fait l'analyse quantitative de l'azote des fèces et des urines, on trouve un chiffre qui correspond sensiblement à celui de l'azote ingéré. Or, chez le nourrisson, les choses se passent autrement ; si on additionne l'azote des fèces et celui des urines, on n'arrive pas à la quantité d'azote ingéré par le lait. C'est au moins le résultat des travaux de CAMERER, de LANGE et de BENDIX.

Il y aurait donc, chez l'adulte, « équilibre d'azote » (Stickstoffgleichgewicht), alors que chez le nourrisson, on trouverait un « déficit d'azote. (2) »

Que devient l'azote ainsi disparu ?

CAMERER, dans son premier travail sur l'assimilation des nourrissons (3), pense que l'azote « qui manque » se perd en s'éliminant sous forme d'ammoniaque par le poumon et par la peau ; il décrit même ce phénomène sous le nom pompeux de « *perspiratio insensibilis* ».

(1) MICHEL. Sur le lait des femmes et l'utilisation, etc. *L'Obstétrique*.

(2) Stickstoffdefizit.

(3) CAMERER. Stickstoffwechsel des Säuglings.

BIEDERT trouve une autre explication ; pour lui, une partie des matières albuminoïdes serait décomposée par les bactéries de l'intestin du nourrisson ; de l'azote libre se dégage ou des gaz azotés prennent naissance et l'azote est éliminé sous forme de gaz intestinaux.

Quelques années après son premier travail, CAMERER, reprenant l'étude des échanges nutritifs chez le nourrisson, conclut qu'il y a de l'azote perdu par la « *perspiratio insensibilis* » et montre qu'une autre partie de l'azote serait employée par l'intestin beaucoup plus actif dans le jeune âge que chez l'adulte. En définitive il s'ensuivrait, d'après ces auteurs, que, loin d'assimiler plus d'azote que l'adulte, le nourrisson assimile *moins*, puisque tout ne reparait pas dans les excréta ; ce qui manque est perdu pour l'organisme et éliminé par la peau, le poumon et les gaz intestinaux. BENDIX (1), dans un travail remarquable, s'attacha à démontrer l'inanité de ces théories.

Les expériences de VOIT et de PETTENKOFFER (2) chez l'homme, celles de PFLUGGER et de LÉO (3) chez le lapin démontrent d'une façon péremptoire que les pertes d'azote sous forme d'ammoniaque par la peau et le poumon n'existent pas. Certes la peau et le poumon éliminent de l'ammoniaque, mais en quantité si infinitésimale qu'on ne peut la faire entrer en ligne de compte.

Quant aux gaz intestinaux, c'est une hypothèse purement gratuite de BIEDERT, ne s'appuyant sur aucun fait positif.

« *C'est qu'il n'y a pas de déficit d'azote,* » dit BENDIX,

(1) BENDIX, *Jahrb. für Kinderheilk.*, 1896, t. XLIII, p. 23.

(2) Cités par LANGE in *Jahrb. für Kinderheilk.*, 1895, t. XXXIX.

(3) LÉO, cité par HAMMARSTEN dans *Lehrb. der physiolog. Chemie.*

et si tout l'azote ne reparait pas, c'est que « *l'azote est resté dans le corps où il a été complètement utilisé pour l'accroissement des cellules de l'organisme* ».

BENDIX va même plus loin; persuadé que *tout l'azote* qui ne reparait pas dans les fèces et les urines est utilisé pour l'accroissement des cellules, il cherche à suivre l'azote dans l'organisme et se demande ce qu'il devient exactement.

Dans son expérience n° 1, sur le nourrisson R..., âgé de trois mois et demi, BENDIX calcule que l'enfant a « retenu » 0 gr. 924 d'azote dans les 24 heures, c'est-à-dire que l'analyse des fèces et des urines démontrait un « déficit » de 0 gr. 924 d'azote sur l'azote contenu dans le lait ingéré dans les 24 heures; dans les 6 jours que dure l'expérience, l'enfant a donc « retenu » 5 gr. 50 d'azote; — de plus l'enfant R... augmente en moyenne de 41 gr. de poids par 24 heures.

Que sont devenus ces 5 gr. 50 d'azote?

Si nous prenons, avec VOIR, le représentant de l'azote en tissu organique et particulièrement en *chair*, voici le calcul, chez l'adulte :

La chair contient 3.4 0/0, c'est-à-dire 0.34 dixièmes de son poids d'azote. 10 gr. de chair = 0.34 d'azote; 30 gr. de chair = un gr. d'azote.

Donc chaque gramme d'azote qui manque dans les fèces et l'urine représente 30 grammes de chair d'adulte (MUNK).

Mais les tissus du nourrisson sont plus riches en *eau* que ceux de l'adulte.

BENDIX avait entrepris une série d'analyses de tissu musculaire chez le nourrisson, pour voir son contenu en

azote, d'après les expériences de LANGE, de VIERORDT, on peut donner pour la chair de nourrisson la proportion de 2.24 0/0 d'azote ; ou, en d'autres termes, un gr. d'azote = 44 gr. de chair de nourrisson.

Or l'expérience I montre que l'enfant R... a retenu pendant 6 jours 0 gr. 924 d'azote en moyenne toutes les 24 heures ; à ces 0 gr. 924 d'azote répondent donc 39 gr. de chair musculaire.

Les chiffres réels s'approchent sensiblement de ce chiffre théorique ; l'enfant a en effet augmenté en moyenne de 41 grammes.

Cette théorie de l'utilisation de l'azote disparu se vérifie encore, dit BENDIX, chez les animaux, par des expériences directes.

SOXHLET trouve en effet qu'un bœuf *adulte* garde 24 à 36 0/0 de l'azote total donné en nourriture ; il utilise donc 24 à 36 0/0 seulement.

Or le veau en utilise, dans les mêmes conditions, 74 0/0.

L'organisme en croissance prélève donc avec avidité l'azote de la nourriture et l'emploie à édifier ses muscles, ses nerfs, son système lymphatique, etc.

Ainsi voilà une notion que BENDIX introduit pour la première fois dans l'étude des échanges nutritifs du nourrisson : il n'y a pas de « déficit », de perte d'azote, comme le croyaient CAMERER, BIEDERT, mais *réten*tion et *util*isation de celui-ci. Et alors que cette réten

n

Nous avons longuement insisté sur la théorie de BENDIX puisque, le premier, cet auteur a donné une explica-

tion rationnelle de l'utilisation de l'azote chez le nourrisson.

Et c'est justement à cause de l'importance de ces travaux que nous revenons un peu sur les chiffres de BENDIX, afin de montrer que ses calculs sont entachés de quelques erreurs, ce sont ces erreurs qui expliquent *comment une autre utilisation de l'azote et des autres matières nutritives a pu échapper* à BENDIX. Et d'abord, les chiffres de BENDIX sur la rétention alimentaire sont trop petits; la quantité d'azote utilisée est beaucoup plus grande que ne le pense BENDIX. Dans les fèces, on trouve de l'azote qui ne provient pas seulement du lait ingéré, mais aussi des substances qui ont déjà servi à la nutrition, tels la bile, les cellules muqueuses de l'intestin, le suc pancréatique.

D'autre part, BENDIX n'a tenu compte, que de l'azote; l'utilisation de l'eau, des graisses, des hydrates de carbone n'est pas entrée en ligne de compte dans ses calculs.

Or ces critiques enlèvent aux chiffres de BENDIX beaucoup de leur valeur. Il le reconnaît lui-même quand il écrit :

« En effet, l'amaigrissement et l'embonpoint d'un enfant peuvent tenir uniquement à la perte ou au gain d'eau dans les muscles.

« On sait depuis longtemps que des veaux atteints de gastro-entérite dépérissent visiblement, bien que le poids reste le même. L'autopsie nous donne l'explication de ce fait étrange : les muscles, en même temps qu'ils ont perdu de la graisse et des matières azotées, ont gagné en eau.

« Ce phénomène se rencontre d'ailleurs aussi chez l'homme; on voit, inversement, des convalescents qui,

après avoir été affamés par un régime débilitant, continuent à maigrir malgré la suralimentation.

« C'est qu'à mesure que l'azote s'assimile à la chair, l'eau des tissus s'en va, d'où amaigrissement. »

Il y a enfin dans le travail de BENDIX une autre cause d'erreur : l'auteur prend, en effet, comme type d'homologation, la chair, mais il n'y a pas que la chair qui se forme dans l'organisme, mais aussi des nerfs, des ganglions, etc. Le pourcentage en azote est-il le même dans le muscle, le nerf, le ganglion lymphatique?

Aussi BENDIX n'a-t-il vu qu'un des côtés du problème ; il y a, il est vrai, rétention d'azote pour l'édification des cellules en voie de croissance ; mais si l'assimilation des matières alimentaires est plus grande chez le nourrisson que chez l'adulte, c'est parce que celui-là perd proportionnellement beaucoup plus de chaleur que l'adulte ; et l'excès d'alimentation est précisément destiné à fournir cet excès de calorique dépensé.

C'est à VIERORDT qu'on doit les premières notions précises sur la calorimétrie des nourrissons.

Un adulte, dit VIERORDT, qui fournit un travail mécanique très modéré, dépense, en 24 heures, 2400 calories environ, dont tout au plus 100 calories en énergie mécanique ; le restant des 2300 calories se répartissent d'après ses calculs de la façon suivante : 270 calories environ se perdent par le poumon, la plus grande quantité de chaleur — 2000 calories — est perdue par les téguments.

La perte du calorique par les téguments s'élève donc à 85 0/0 environ de toute l'énergie disponible.

On voit quelle est l'importance des téguments ; la structure de la peau est la même chez l'adulte et le nourrisson

et ne peut déterminer des différences sensibles dans la perte du calorique aux deux âges ; quel est donc le facteur qui régit le rayonnement de la chaleur ? C'est, dit VIERORDT, *la surface* de la peau. Aussi s'adonne-t-il particulièrement à l'étude de l'étendue en surface des téguments.

Les nombreuses mensurations entreprises par VIERORDT et son élève MEEH sur des hommes très différents les uns des autres leur démontra qu'on peut déduire la surface de la peau d'un individu dont on connaît le poids.

La formule trouvée est la suivante :

$$S = 11.97 \times P. \times 0.667,$$

formule où S exprime la surface en centimètres carrés, P, le poids exprimé en grammes.

Grâce à cette formule, nous pouvons donc calculer la surface des téguments ; d'autre part, nous pouvons doser, en analysant le lait, la quantité de matière alimentaire, et, par conséquent, la quantité d'énergie calorique reçue par le nourrisson ; d'où la possibilité de calculer les rapports entre ces deux facteurs.

Les premières expériences furent faites par RUBNER sur des jeunes chiens ; le résultat fut frappant, car il constata *que la quantité d'énergie calorique dépensée est directement proportionnelle à la surface des téguments.*

Quand on pratique des mensurations directes ou lorsqu'on se sert de la formule déjà mentionnée, on reconnaît que *le nourrisson à égalité de poids possède une surface de téguments plus étendue.*

Et puisqu'il y a proportionnalité directe entre la surface des téguments et la perte de chaleur, il s'ensuit que

le nourrisson perd proportionnellement plus de chaleur que l'adulte.

Les expériences directes ont prouvé l'exactitude de ces calculs.

LANGLOIS, puis plus récemment BONNIOT et LAMBLING (1) ont entrepris des études de calorimétrie directe chez le nourrisson.

Des chiffres obtenus par ces auteurs, il résulte qu'un nourrisson âgé de 18 mois environ perd pour chaque kilogramme de poids 100 calories environ en 24 heures.

Un enfant âgé de 10 ans ne perd que 60 calories ; et l'adulte moyen au repos 30 à 40 calories à peine.

Donc par kilogr., *un nourrisson de 6 mois dépense un nombre de calories double — plus que double même — de celui qui suffit à un adulte.*

Mais aussi la surface des téguments est proportionnellement plus développée, c'est-à-dire que, pour un kilogr. de nourrisson, il faut plus de téguments que pour un kilogramme d'adulte.

Un exemple fixera les idées :

Un enfant qui pèse 13 kilogr. nécessite une surface tégumentaire de 10.9 décimètres carrés pour chaque kilogr. ; l'adulte, avec 65 kilogr., ne nécessite que 3.4 décimètres carrés à peine pour un kilogr.

En somme, le besoin alimentaire est donc proportionnel à la surface absolue des téguments, et ceci à tout âge ; et comme chez le nourrisson cette surface est proportionnellement plus grande, le besoin alimentaire est, de ce fait, plus grand aussi.

(1) LAMBLING. *Nord Medical.*, 1898.

Le nourrisson est donc forcé de consommer relativement plus d'aliments que l'adulte, en partie parce qu'il en tire les matériaux de sa croissance, mais surtout et avant tout, pour parer à l'énorme déperdition d'énergie calorique qui se fait à la surface — proportionnellement si grande — de ses téguments.

D'ailleurs, l'aliment naturel du nourrisson — le lait — est admirablement organisé pour concourir à ce double but : donner à l'enfant des matériaux albuminoïdes pour le développement de ses tissus et lui fournir des substances aptes à donner par leur combustion beaucoup de calorique : d'où la grande teneur du lait en graisse, cette merveilleuse source de chaleur.

Chez l'adulte, la dépense en calories est proportionnellement moindre ; aussi l'alimentation moyenne fournit-elle surtout des hydrates qui pourvoient à l'énergie calorique ; dans l'alimentation du nourrisson, le rôle prépondérant dans l'apport thermique appartient, au contraire, aux graisses.

Cette prépondérance des corps gras vise un double but : l'un direct, l'utilisation comme source de chaleur ; l'autre indirect, non moins important. Par l'apport thermique immense des graisses, les matières albuminoïdes sont épargnées ; elles ne sont pas ou peu brûlées ; dès lors elles peuvent rester dans l'organisme et servir à l'édification des tissus en voie d'accroissement. A partir du sevrage, l'apport thermique des graisses va en s'affaiblissant, tandis que celui des hydrates de carbone va en augmentant, jusqu'à devenir prépondérant, comme chez l'adulte.

DEUXIÈME PARTIE

TECHNIQUE ET EXPÉRIMENTATION

CHAPITRE PREMIER

Généralités. — Analyses des selles et des urines

Ainsi que nous l'avons indiqué dans notre premier chapitre, le nombre restreint des travaux sur les échanges nutritifs chez le nourrisson tient avant tout à l'extrême difficulté de faire les expériences dans des conditions irréprochables.

Les difficultés sont particulièrement grandes lorsqu'il s'agit de l'enfant nourri au lait maternel.

Une première difficulté réside dans l'appréciation exacte de la quantité et de la qualité du lait ingéré. On n'a d'autre ressource, pour connaître la quantité de lait ingéré, que la pesée. Nombreuses sont les causes d'erreur : tantôt c'est un dépôt d'urine dans la vessie qui augmente le poids du corps, tantôt ce sont des matières fécales accumulées dans le gros intestin.

Mais en supposant même que la pesée nous donne la valeur rigoureusement exacte de la quantité de lait ingéré, nous serons néanmoins dans une incertitude constante en ce qui concerne la valeur alimentaire de ce liquide. En effet, les analyses du lait, faites deux ou trois fois par jour

nous donne des moyennes qui ne nous autorisent nullement à les considérer comme représentant la véritable analyse du lait maternel.

Celui-ci a une composition complexe qui varie selon nombre de circonstances : régime alimentaire, périodes de la journée, plénitude ou vacuité de la glande mammaire, etc. Même en supposant que ces variations soient minimales dans un cas donné, et qu'elles concernent seulement une des substances — la graisse, par exemple, il est évident que ces variations influent sur le contenu centésimal des matières albuminoïdes, des sels du sucre. En fait, ces variations existent pour toutes ces substances contenues dans le lait. Comment arriver, dans ces conditions, à savoir la véritable composition du lait ?

Un second écueil réside dans le milieu où se fait l'expérimentation.

En ville, ces recherches sont impossibles, car il est exceptionnel de trouver une mère qui confie son enfant à un médecin en vue des expériences à entreprendre et tout le monde n'a pas, comme CAMERER, la possibilité de faire les recherches sur ses propres enfants. Force sera donc d'opérer dans les maternités ou les crèches. Or, il est extrêmement rare de rencontrer dans une crèche des enfants en parfait état de santé. Aussi voyons-nous LANGE, BEREND et tous ceux qui ont entrepris des expériences dans les crèches, forcés de déclarer que les résultats de leurs expériences sont sujets à caution, vu qu'ils ont eu à faire à des nourrissons dont la plupart étaient dyspeptiques.

A ce point de vue, nous avons été particulièrement favorisé, grâce à l'obligeance de notre maître M. MAYGRIER;

nous avons fait nos expériences à la Maternité de l'hôpital de la Charité et nous eûmes la chance de trouver, après quelques tâtonnements, deux enfants complètement sains, et bien portants.

Il existe, en outre, d'autres détails délicats qui ont rebuté nombre d'auteurs : c'est la manière de recueillir *sans perte*, et séparément, la matière fécale et l'urine des nouveau-nés. Aussi chaque auteur a-t-il employé des dispositifs variés pour arriver à ce but.

Dans ses premières recherches, CAMERER enveloppait les enfants presque nus dans une couche en caoutchouc. Il vidait, après chaque miction ou défécation, l'urine ou les fèces.

Mais comme des quantités appréciables d'urine adhéraient à la couche, CAMERER essuyait complètement l'urine adhérente à l'aide de papier à filtrer préalablement pesé. Le poids du papier « chargé » d'urine était ajouté à celui de l'urine qui s'était librement écoulée.

L'exposé seul de cette méthode montre ses inconvénients. Lorsque l'enfant vidait en même temps sa vessie et son rectum, la séparation devait être particulièrement pénible. Aussi l'enfant devait-il être constamment surveillé et les difficultés étaient telles que CAMERER a déclaré :

« Que les urines ne furent soigneusement recueillies que pendant le jour (1). »

Aussi ce procédé primitif fut-il rapidement abandonné et après quelques tâtonnements de RUGE (2), de CRUSE (3),

(1) LANGE, *Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1895.

(2) RUGE, *Ueber Verhalten von Harn u. Nieren*, etc., 1875.

(3) CRUSE, *Jahrb. f. Kinderheilk.*, t. XI.

et d'EPSTEIN le condom fut universellement adopté et c'est encore cet appareil que nous avons employé.

Les urines une fois recueillies, il faut les conserver intactes et éviter leur altération, car elles demeurent pendant 24 heures dans un vase où elles peuvent facilement fermenter si on ne prend quelques précautions. Pour éviter la contamination, nous les avons conservées, pendant toute la durée des expériences, dans des flacons bouchés à l'émeri et entourés de glace.

Aussitôt les 24 heures passées, les urines étaient apportées au laboratoire et immédiatement soumises à l'analyse.

Pour recueillir les matières fécales, nous avons procédé de la façon suivante :

Une couche de caoutchouc glissée sous le siège était ensuite ramenée sur l'abdomen, directement par ses parties latérales et après avoir passé entre les cuisses par sa partie inférieure.

Ce procédé est défectueux quand on l'emploie chez des enfants atteints de gastro-entérite [légère avec selles liquides ; heureusement pour nous, les selles étaient fermes et sont restées telles pendant toute la durée de nos recherches.

BENDIX conseille en outre de ne commencer l'analyse des matières fécales que deux jours après le début des expériences.

Si on analyse, dit-il, les fèces de l'enfant soumis à l'expérience dès le premier jour, on fait forcément une erreur, car les fèces du 1^{er} jour de l'expérience contiennent d'une part une partie des matières excrémentitielles de la veille appartenant aux aliments ingérés la veille, d'autre part, elles ne contiennent pas encore toute la matière excré-

mentitielle correspondant aux ingesta du premier jour de l'expérience.

Il faut donc se débarrasser de toute la matière fécale correspondant aux ingesta de la veille. Voici comment y arrive BENDIX (1). La veille du premier jour de l'expérience, il donne au nourrisson le lait jusqu'à 7 heures du soir ; dès ce moment jusqu'au lendemain à 8 heures, l'enfant ne reçoit plus sa nourriture habituelle. Mais vers 9 heures du soir et à 1 heure du matin, l'enfant reçoit une pâte épaisse de chocolat faite avec quatre à cinq cuillerées à café de chocolat et de l'eau.

A partir de 1 heure du matin, on ne donne plus rien à l'enfant et à 8 heures du matin du premier jour de l'expérience on recommence à lui donner le lait.

On surveille alors chaque défécation ; elle est d'abord *jaune*, correspondant au lait pris la veille du premier jour de l'expérience, puis elle devient *brune*, colorée par le chocolat, c'est la *matière limite*, on la jette ; et la première selle jaune obtenue après la dernière selle brune sera recueillie pour être analysée.

Nous n'avons pas suivi la pratique de BENDIX ; il s'agissait dans notre cas particulier de tout jeunes enfants chez lesquels l'ingestion de chocolat eût pu provoquer une indigestion ; nous tenions avant tout à conserver les enfants dans le plus parfait état de santé.

Un autre inconvénient pourrait résider dans l'impossibilité de prolonger les expériences pendant un nombre suffisant de jours. Les épreuves de 24 heures n'ont aucune valeur. Toutes les fois qu'on soumet un nourrisson à un régime différent de celui de la veille, tantôt il gagne, tantôt il

(1) BENDIX, *Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1896.

perd de son poids pendant un, deux, trois jours, jusqu'à ce que l'accoutumance au nouveau régime soit faite. Ce détail est surtout vrai pour nos enfants qui se trouvent subitement immobilisés, ligottés presque dans leur lit, ce qui ne manque pas de les énerver, au moins pendant les premiers jours et d'influencer ainsi sur les échanges nutritifs.

Aussi nos deux essais ont-ils duré chacun six jours.

Nous ne dirons que quelques mots de la méthode analytique suivie.

Analyse des Urines. — La marche suivie dans l'analyse des urines était identique à celle que l'on avait appliquée au lait : dessiccation, calcination, dosages des phosphates et de la chaux. Les expériences ont été faites sur 100 cc. de liquide. Les dosages de l'azote total ont été effectués avec 20 cc. de liquide. En raison des difficultés de l'expérience et de leur quantité infinitésimale, les matières grasses n'ont pas été dosées.

Analyse des Selles. — Les selles ont été desséchées à l'étuve à 80°, dans une capsule tarée, fréquemment remuées avec un agitateur et maintenues à cette température jusqu'à ce qu'elles ne perdent plus de leur poids. L'augmentation de poids de la capsule donnait l'extrait sec total.

On prélevait 2 gr. de cet extrait pour doser l'azote par la méthode indiquée. 2 gr. étaient pulvérisés avec du sable lavé et calciné. Ce mélange était ensuite épuisé par l'éther à 0,756. Le liquide, reçu dans une capsule en porcelaine tarée, était évaporé à l'étuve. L'augmentation de poids donnait l'*extrait éthéré*.

Le reste de l'extrait sec des selles était calciné et les éléments minéraux dosés par les méthodes indiquées au sujet du lait.

CHAPITRE II.

Observation I (PERSONNELLE) Enfant nourri au lait maternel

Antécédents héréditaires. — Père bonne santé.

Mère	{	Née à terme, mise en nourrice au sein; a marché à 18 mois.
		Réglée à 12 ans.
		1 ^{re} grossesse à 18 ans; accouchement normal à terme, enfant vivant, mort à 3 ans de diphtérie.
		2 ^e grossesse à 21 ans; accouchement normal à 7 mois, enfant vivant.
		3 ^e grossesse actuelle.

Frères et sœurs bien portants.

Reste de la famille; rien à noter.

Dernière apparition des règles du 1^{er} au 6 janvier 1899. Un peu de leucorrhée et quelques varices des membres inférieurs au cours de la grossesse.

Le 14 octobre, à 9 h. 30 du soir, apparaissent les premières douleurs. Le 15 octobre, à 2 h. 30' du matin, la dilatation est complète.

Présentation en O.I.G.A. Terminaison de l'accouchement le 15 octobre 1899 à 2 h. 45' du matin. Durée totale du travail : 9 h. 15'.

L'enfant D..., né le..... 15 octobre 1899

N° d'accouchement..... 720

Pèse le jour de sa naissance..... 2890 gr.

Début des expériences le..... 23 octobre

Fin des expériences le..... 27 octobre

Donc la durée totale a été de..... 6 jours

Résultats. — 1^o *Poids, ingesta, excreta.*

a) Poids de l'enfant :

Au début de l'observation.....	2880 gr.
A la fin de l'observation.....	3065 —
Poids moyen pendant l'observation.....	2980 —
Gain de poids pour cette période de 6 jours.....	185 —
Ce gain, rapporté aux unités de temps et de poids, jour et kilo.....	9 gr. 1
<i>b) Alimentation :</i>	
La quantité de lait ingéré en 6 jours est de.....	3035 —
Soit en moyenne et en 24 heures.....	505 — 83
Soit par jour et par kilo.....	169 — 74
<i>c) Urines :</i>	
La quantité d'urines émises en 6 jours est de...	1310 —
Soit par jour.....	218 — 33
Soit par jour et par kilo.....	64 — 8
<i>d) Fécès :</i>	
La quantité de fèces en 6 jours.....	116 — 50
Soit par jour.....	19 — 41
Soit par jour et par kilo.....	6 — 515
Fèces desséchées à l'étuve à 80° :	
La quantité, en 6 jours.....	21 — 80
En 24 heures.....	3 — 633
Soit par jour et par kilo.....	1 — 052
<i>f) Pour 100 grammes de lait ingéré il y a eu :</i>	
Excreta { Fèces.....	3 — 838
{ Urines.....	43 — 22

2° *Partie analytique.*

a) Analyse du lait :

Le lait prélevé, comme nous l'avons indiqué plus haut, afin d'avoir un produit de composition moyenne, a donné les résultats suivants :

	Par litre
Extrait sec.....	125
Beurre.....	32.50
Azote.....	1.12
Sels minéraux.....	2.02
Chaux.....	0.385
Acide phosphorique.....	0.425

b) Analyse des urines :

	Par litre
Azote total.....	0.97
Sels minéraux.....	1.51
Chaux.....	0.076

Acide phosphorique..... 0.0421

Réaction légèrement acide.

c) Fèces.

Complètement privées d'eau par dessiccation, elles contenaient :

Azote pour 0/0.....	3.889
Graisses.....	18.80
Sels.....	9.80
Chaux.....	3.80
Acide phosphorique.....	0.81

c) Calcul des gains.

Les analyses précédentes permettent facilement de calculer les ingesta et les excreta correspondants :

Grammes de lait.....	3035
Centimètres cubes d'urine.....	1310
Grammes des fèces sèches.....	21.80

1° Gain d'azote.

Azote ingéré en 6 jours.....	3.39
— par jour.....	0.565
— — et par kilo.....	0.19
— éliminé en 6 jours par l'urine.....	1.167
— — — par les fèces.....	0.809
Total.....	1.976

De l'azote éliminé.

Azote éliminé par jour.....	0.1945
Par jour et par kilo, par l'urine.....	0.065
Azote éliminé par jour.....	0.1348
Par jour et par kilo par les fèces.....	0.045
Total.....	0.110

Le gain d'azote est donc pour 6 jours, 3, 39-1, 976 — 1.420

Soit par jour.....	0.2366
Soit par jour et par kilo.....	0.079

2° Gain de sels minéraux.

Sels ingérés en 6 jours.....	6.13
— par jour.....	1.021
Et par kilo.....	0.343
Sels éliminés par l'urine.....	2.090
— — par les fèces.....	2.136
Total.....	4.226

en 6 jours.

Soit par jour.....	0.704
Et par kilo et par jour.....	0.235

Le gain des sels minéraux est donc :

Pour 6 jours.....	1.904
Soit par jour.....	0.316
Soit par jour et par kilo.....	0.106

Mais ce chiffre comprend le gain de tous les sels ; nous pouvons calculer le gain isolé en chaux et en acide phosphatique :

3^e Gain de chaux.

Chaux ingérée en 6 jours.....	1.168
— — par jour.....	0.1946
— — — et par kilo.....	0.0646
— éliminée par l'urine.....	0.09956
— — par les fèces.....	0.828
Total pour 6 jours.....	0.92756
Soit pour un jour.....	0.15459
Par jour et par kilo.....	0.052

Le gain de chaux est donc :

En 6 jours de.....	1.168 — 0.92756 = 0.241
Soit par jour.....	0.0401
— — et par kilo.....	0.013

4^e Gain d'acide phosphorique.

Acide phosphorique ingéré en 6 jours.....	1.287
— — — par jour.....	0.2145
— — — par jour et par kilo..	0.072
— — éliminé par l'urine.....	0.0551
— — — par les fèces.....	0.176
Total.....	0.2311

Pour 6 jours.

Soit pour un jour.....	0.0385
Soit par jour et par kilo.....	0.012
Le gain d'acide phosphorique est..	1.287 — 0.2311 = 1.0559

Pour 6 jours :

Soit par jour.....	0.1759
Soit par jour et par kilo.....	0.059

5^e Calcul pour graisse.

Graisse ingérée en 6 jours.....	97.620
Soit par jour.....	16.27
Soit par jour et par kilo.....	5.46
Graisse éliminée dans les fèces en 6 jours...	4.0984
Soit par jour.....	0.683
Soit par jour et par kilo.....	0.229
Le gain de graisse est donc.....	97.620 — 4.0984 = 93.5216
en 6 jours.	

Soit par jour.....	15.586g
Soit par jour et par kilo.....	5.23

Nous n'établissons pas le bilan de l'assimilation du sucre de lait; on sait depuis longtemps que le sucre est complètement assimilé et qu'on n'en retrouve que des traces dans les excréta, urines, fèces.

CHAPITRE III

Observation II (PERSONNELLE) Enfant nourri au lait stérilisé pur

Antécédents héréditaires. — Père de l'enfant bien portant, ni éthylisme, ni syphilis, ni tuberculose.

Mère, 21 ans, domestique, entrée dans le service de M. MAYGRIER à la Maternité de l'hôpital de la Charité, le 23 octobre 1899 à 2 h. 30 du soir.

A eu sa dernière menstruation du 2 au 8 janvier 1899. La grossesse fut normale, à part un léger œdème des membres inférieurs, survenu dès le 7^e mois et quelques tendances à la syncope observées vers la même époque de la grossesse.

Les premières douleurs apparaissent le 23 octobre 1899 à 4 h. du soir; le 24 octobre à 6 h. du soir, la dilatation du col est complète.

La tête en O.I.G.A. s'engage normalement mais, à cause de la résistance des parties molles du détroit inférieur, on fait une application de forceps à 7 h. du soir.

L'enfant (B..., n° 743), de sexe masculin, a, au moment de sa naissance, un poids de 3 k. 350 gr. et une longueur totale de 40 centimètres.

Début des expériences le 30 octobre.

Fin des expériences le 3 novembre.

Donc la durée totale a été de : 5 jours.

Résultats. — 1^e. — *Poids, ingesta, excreta.*

a) Poids de l'enfant :

Au début de l'observation.....	3.320 gr.
A la fin de l'observation.....	3.445 —
Poids moyen pendant l'observation.....	3.369 —
Gain de poids pour cette période de 5 jours.....	125 —
Ce gain, rapporté aux unités de temps et de poids, jour et kilo.....	6.189 —

b) Alimentation :

La quantité de lait ingéré en 5 jours est de..... 2070 gr.

Soit en moyenne et en 24 heures..... 414 gr.

Soit par jour et par kilo..... 122 gr.

c) Urines :

La quantité d'urines émises en 5 jours est de.... 775 gr.

Soit par jour..... 155 gr.

Soit par jour et par kilo..... 46 gr. 334

d) Fèces :

La quantité de fèces en 5 jours..... 285 gr.

Soit par jour..... 57 gr.

Soit par jour et par kilo..... 17 gr. 09

e) Fèces desséchées à l'étuve à 80 degrés :

La quantité en 5 jours..... 63 gr. 80

En 24 heures..... 12 gr. 76

Soit par jour et par kilo..... 3 gr. 91

f) Pour 100 grammes de lait ingéré, il y a eu :

Excreta	Fèces humides.....	43 gr. 76
	Urines.....	37 gr. 43

2^e Partie analytique

a) Analyse du lait.

Le lait prélevé comme nous l'avons indiqué plus haut, afin d'avoir un produit de composition moyenne, a donné les résultats suivants :

Densité.	Par litre.
Extrait sec.....	137.25
Beurre.....	30.20
Azote.....	3.16
Sels minéraux.....	3.35
Chaux.....	1.049
Acide phosphorique.....	0.903

b) Analyse des urines :

	Par litre.
Azote total.....	1.79
Sels minéraux.....	2.74
Chaux.....	0.758
Acide phosphorique.....	0.678

Réaction légèrement acide.

c) Fèces.

Complètement privées d'eau par dessiccation, elles contenaient :

Azote pour o/o.....	6.30
Graisses —	15.40
Sels —	7.20
Chaux —	1.512
Acide phosphorique.....	1.365

c) Calcul des gains.

Les analyses précédentes permettent facilement de calculer les ingesta et les excréta correspondant à :

Grammes de lait.....	2.070
Centimètres cubes d'urines.....	775
Grammes de fèces sèches.....	63.80

1° Gain d'azote.

Azote ingéré en 5 jours.....	6.54
Azote ingéré par jour.....	1.308
Azote ingéré par jour et par kilo.....	0.388
Azote éliminé en 5 jours par l'urine.....	1.37
Azote éliminé en 5 jours par les fèces.....	4.01
Total.....	5.38
Azote éliminé par jour, urines.....	0.274
Azote éliminé par jour et par kilo par l'urine.....	0.082
Azote par jour, (fèces).....	0.802
Azote éliminé par jour et par kilo, par les fèces.....	0.236
Total.....	0.318

Le gain d'azote est donc :

$$6.54 - 5.38 = 1 \text{ gr. } 16$$

Pour 5 jours

Soit par jour.....	0.232
Soit par jour et par kilo.....	0.068

2° Gain de sels minéraux.

Sels ingérés en 5 jours.....	6.93
Par jour.....	1.386
Sels ingérés par jour et par kilo.....	0.41
Sels éliminés par l'urine.....	2.13
Sels éliminés par les fèces.....	3.58
Total en 5 jours.....	5.71
Soit par jour.....	1.142
Par jour et par kilo.....	0.338

Le gain des sels minéraux est donc :

$$6.930 - 5 \text{ gr. } 71 = 1 \text{ gr. } 22$$

Pour 5 jours.

Soit par jour.....	0.244
Soit par jour et par kilo.....	0.061

Mais ce chiffre comprend le gain de tous les sels; nous pouvons calculer le gain isolé en chaux et en acide phosphorique :

3° Gain de chaux.

Chaux ingérée en 5 jours.....	2.173
Chaux ingérée par jour.....	0.434
Chaux ingérée par jour et par kilo.....	0.12
Chaux éliminée par l'urine.....	0.587
Chaux éliminée par les fèces.....	0.967
Total pour 5 jours.....	<u>0.091</u>
Soit pour un jour.....	0.3108
Par jour et par kilo.....	0.091

Le gain de chaux est donc en 5 jours :

2.173	—	1.554	=	0.619
Soit par jour.....				0.123
Soit par jour et par kilo.....				0.038

4° Gain d'acide phosphorique.

Acide phosphorique ingéré en 5 jours.....	1.87
— — — par jour.....	0.374
— — ingéré par jour et par kilo.....	0.106
— — éliminé par l'urine.....	0.519
— — éliminé par les fèces.....	1.871
Total.....	<u>1.390</u>

Pour 5 jours.

Soit pour un jour.....	0.278
Soit par jour et par kilo.....	0.085

Le gain d'acide phosphorique est donc: $1,87 - 1,39 = 0$ gr. 480

Pour 5 jours.

Soit par jour.....	0.096
Soit par jour et par kilo.....	0.0288

5° Calcul pour graisse :

Graisse ingérée en 5 jours.....	63.13
Soit par jour.....	12.626
Soit par jour et par kilo.....	3.34
Graisse éliminée dans les fèces en 5 jours....	10.13
Soit par jour.....	2.026
Soit par jour et par kilo.....	0.602

Le gain de graisse est donc, en 5 jours : $63,13 - 10,13 = 53$ gr.

Soit par jour.....	10 gr. 60
Soit par jour et par kilo.....	6 — 72

Nous n'établissons pas le bilan de l'assimilation du sucre de lait ; le sucre est complètement assimilé et on n'en retrouve que des traces dans les excreta, urines, fèces.

CHAPITRE IV

Résumé de nos observations

Nous pouvons maintenant résumer ces deux observations dans les tableaux suivants :

Tableau I. — OBSERVATION I. — Enfant nourri au lait maternel											
Poids moyen	Quantité de lait ingéré	Urines	Fèces sèches	Azote ingéré	Gain d'azote	Gain de sels	Gain de chaux	Gain d'acide phosphorique	Graisse ingérée	Gain de graisse	Gain de poids
2980	3035	1310	21,80	3,39	1,420	1,904	0,241	1,0559	97,620	93,5216	gr. 185

Tableau II. — OBSERVATION II. — Enfant nourri au lait stérilisé pur.											
3369	2070	775	63,80	6,54	1,16	1,22	0,619	0,480	63,13	53	125

Dans les tableaux III et IV, les quantités d'ingesta et d'excreta ainsi que les gains sont rapportés au jour et à un kilogramme du poids du corps.

Tableau III. — OBSERVATION I. — **Enfant nourri au lait maternel**

Poids moyen	Quantité de lait ingéré	Urines	Fèces sèches	Azote ingéré	Gain d'azote	Gain de sels	Gain de chaux	Gain d'acide phosphorique	Graisse ingérée	Gain de graisse	Gain de poids
2980	169,74	64,8	1,052	0,19	0,079	0,106	0,013	0,059	5,46	5,23	9,15

Tableau IV. — OBSERVATION II. — **Enfant nourri au lait stérilisé**

3369	122	46,334	3,91	0,388	0,068	0,061	0,038	0,0288	3,34	3,72	6,189
------	-----	--------	------	-------	-------	-------	-------	--------	------	------	-------

Nous établissons en outre le bilan de l'azote seul, pour les deux cas; les tableaux qui suivent donnent la moyenne du gain d'azote en 24 heures.

Tableau V. — OBSERVATION I. — **Enfant nourri au lait maternel**

Age de l'enfant	9 jours
Poids initial	2890
Gain en poids par jour	30,83
Ingesta en 24 heures	505,83
Azote ingéré en 24 heures	0,565
Urines en 24 heures	218,33
Azote de Purine en 24 heures	0,1945
Fèces en 24 heures (sèches)	19,41
Azote des fèces en 24 heures	0,1348
Somme de l'azote de l'urine et des fèces en 24 heures	0,2293
Différence entre l'azote ingéré et éliminé	0,7943

Tableau VI. — OBSERVATION II. — **Enfant nourri au lait stérilisé**

7 jours	3320	25 gr.	414 gr.	1 gr.308	155 gr.	0,274	12,76	0,802	1,076	0,232
---------	------	--------	---------	----------	---------	-------	-------	-------	-------	-------

CHAPITRE V

Moyennes

Quelques moyennes calculées d'après les résultats de ces différentes observations :

OBSERVATION I. — Un enfant pesant entre le 7^me et le 13^me jour de la vie..... 29.80 gr.

Ingère :

Par jour, de lait	505.83
Soit par jour et par kilo du poids du corps..	169.74

Il élimine :

Urines :

Par jour.....	218.33
Par jour et par kilo.....	64.81

Fèces :

Par jour.....	19.41
Par jour et par kilo.....	6.515

Si l'on compare les excréta aux ingesta, on voit que, pour 100 gr. de lait ingéré, il y a :

Urines.....	43 c.c. 22
Fèces.....	3 gr. 838

Les 505 gr. 83 de lait ingéré par jour contiennent :

Ingesta :

Azote.....	0.565
Sels minéraux.....	1.021
Chaux.....	0.114
Acide phosphorique.....	0.214

Ces chiffres, représentant les quantités ingérées par jour, deviennent, si on les rapporte à un kilogramme de poids du corps :

Azote ingéré par jour et par kilo.....	0.18
Sels minéraux par jour et par kilo.....	0.34
Chaux par jour et par kilo.....	0.038
Acide phosphorique par jour et par kilo.....	0.071

Pour chacune de ces substances, les quantités éliminées sont les suivantes :

Excreta :

Azote total éliminé par jour.....	0.329
Azote éliminé par jour et par kilo.....	0.110

Cette excrétion journalière d'azote se répartit ainsi :

Par l'urine sont éliminés.....	0.065
Par les fèces sont éliminés (pour un kilo et par jour).....	0.045
Total.....	0.110

Sels minéraux éliminés :

Par jour.....	0.7043
Par jour et par kilo.....	0.235

Sur ces 0 gr. 235.

Sont éliminés par l'urine.....	0.116
Sont éliminés par les fèces.....	0.119

Chaux éliminée :

Par jour.....	0.15459
Par jour et par kilo.....	0.052

La quantité de chaux 0 gr. 052 excrétée, par jour, se répartit ainsi :

Sont éliminés par l'urine.....	0.0055
Sont éliminés par les fèces.....	0.0471

Acide phosphorique éliminé :

Par jour.....	0.0385
Par jour et par kilo.....	0.012

Sur ces 0 gr. 012.

Sont éliminés par l'urine.....	0.003
Sont éliminés par les fèces.....	0.0098

Graisse éliminée :

Éliminés par jour.....	0.683
Éliminés par jour et par kilo.....	0.229

Gains. — En comparant pour chacun de ces principes les quantités ingérées et excrétées, on trouve que les gains *par jour* sont :

Pour l'azote.....	0.2366
Pour les sels minéraux.....	0.316
Pour la chaux.....	0.0401
Pour l'acide phosphorique.....	0.1759
Pour la graisse.....	15.5869

OBSERVATION II. — Un enfant pesant entre le 9^{me} et le 14^{me} jour de la vie 3369 gr.

Ingère :

Par jour lait stérilisé.....	414 gr.
Soit par jour et par kilo du poids du corps...	122 gr.

Il élimine :

Urines :

Par jour.....	155 cc.
Par jour et par kilo.....	46.334

Fèces :

Par jour.....	57 gr.
Par jour et par kilo.....	17.09

Ces fèces contiennent 22.39 0/0 d'eau.

Si l'on compare les excréta aux ingesta, on voit que pour 100 gr. de lait ingéré, il y a :

Urines.....	37.43
Fèces.....	13.76

Les 414 gr. de lait ingéré quotidiennement contiennent :

Ingesta :

Azote.....	1.308
Sels minéraux.....	1.386
Chaux.....	0.434
Acide phosphorique.....	0.374

Ces chiffres représentent les quantités ingérées par jour.

Rapportés à un kilogramme de poids du corps, ils deviennent :

Azote ingéré par jour et par kilo.....	0.388
Sels minéraux — —	0.41
Chaux — —	0.12
Acide phosphorique —	0.106

Pour chacune de ces substances, les quantités éliminées sont les suivantes :

Excreta :

Azote éliminé par jour.....	0.0636
Azote éliminé par jour et par kilo.....	0.318

Cette excrétion journalière d'azote se répartit ainsi :

Par l'urine sont éliminés.....	0.082
Par les fèces sont éliminés.....	0.236
	0.318

Sels minéraux éliminés :

Par jour.....	1.142
Par jour et par kilo.....	0.338

Sur ces 0 gr. 338.

Sont éliminés par l'urine.....	0.126
Sont éliminés par les fèces.....	0.212

Chaux éliminée :

Par jour.....	0.3108
Par jour et par kilo.....	0.091

La quantité de chaux 0 gr. 091 excrétée par jour se répartit ainsi :

Sont éliminés par l'urine.....	0.034
Sont éliminés par les fèces.....	0.057

Acide phosphorique éliminée :

Éliminé.

Par jour.....	0.278
Par jour et par kilo.....	0.085

Sur ces 0 gr. 085.

Sont éliminés par l'urine.....	0.03
Sont éliminés par les fèces.....	0.051

Graisse éliminée :

Sont éliminés par jour.....	2.026
Sont éliminés par jour et par kilo.....	0.602

Gains. — En comparant pour chacun de ces principes les quantités ingérées et excrétées, on trouve que les gains *par jour* sont :

Pour l'azote.....	0.232
Pour les sels minéraux.....	0.244
Pour la chaux.....	0.123
Pour l'acide phosphorique.....	0.096
Pour la graisse.....	10.60

CHAPITRE VI

Recherches de M. Michel

Avant de tirer de ces chiffres et des observations recueillies au lit des deux nourrissons les déductions qu'elles comportent, nous tenons à reproduire *in extenso* les recherches analogues entreprises avant nous par M. Ch. MICHEL, dans le laboratoire de M. le professeur BUDIN (1).

OBSERVATION I

Enfant B... (n° d'accouchement 1948), né le 21 novembre 1895, pesant, le jour de la naissance, 3.650 grammes.

L'observation dure 3 jours, du 26 au 29 novembre, c'est-à-dire du cinquième au huitième jour de la vie.

Le poids de l'enfant, au début de l'observation, est de 3.730 grammes, il est de 3.810 à la fin.

Le poids moyen pendant la période d'observation est :

$$\frac{3.730 + 3.810}{2} = 3.770 \text{ grammes.}$$

Le gain de poids pour cette période de 3 jours est de 80 grammes soit : 26 gr. 66 par jour :

Ce gain rapporté aux unités de temps et de poids, jour et kilo (2), est :
$$\frac{80}{3 \times 3.77} = 7 \text{ gr. } 07.$$

La quantité de lait ingéré est de 1.440 grammes en 3 jours, soit :

(1) Ch. MICHEL. Recherches sur la nutrition normale des nouveau-nés. *L'Obstétrique*, n° 2, 1896, p. 144.

(2) Il est nécessaire, si l'on veut établir des comparaisons, de rapporter tous les gains, même celui de poids, à une unité déterminée.

480 grammes par jour.
127 gr. 30 par jour et par kilo.

La quantité d'urines émises est 830 centimètres cubes, ce qui fait :

276 centimètres cubes par jour.
73 gr. 4 par jour et par kilo.

La quantité de fèces : 22 gr. 57 en 3 jours, soit :

7 gr. 52 par jour.
2 grammes par jour et par kilo.

Ces fèces, complètement privées d'eau par dessiccation à l'étuve (100°), donnent :

Fèces sèches : 6 gr. 32 pour 3 jours.
Soit : 0 gr. 558 par jour et par kilo.

Pour 100 grammes de lait ingéré, il y a eu :

Excreta {	Fèces	gr. 1.56
	Urines	57.63

L'analyse du lait (prélevé comme il est indiqué plus haut, pour avoir un produit de composition moyenne) a donné les résultats suivants :

Densité.....	1.029
	Par litre.
	gr.
Extrait sec.....	126.40
Beurre.....	25.20
Azote.....	3.26
Sels minéraux.....	2.42
Chaux.....	0.534
Acide phosphorique.....	0.640
Chlore.....	0.389

Analyse de l'urine :

Densité.....	1.004
	Par litre
	gr.
Azote total.....	1.01
Sels minéraux.....	1.35
Chaux.....	0.045
Acide phosphorique.....	0.080
Chlore.....	0.091

La réaction était acide.

Analyse des fèces :

Les fèces contenaient 72 gr. 2 0/0 d'eau.

Les fèces sèches, c'est-à-dire complètement privées d'eau par dessiccation à l'étuve, contenaient 0/0 :

Azote.....	gr. 3.13
Graisse.....	23.20
Sels.....	8.80
Chaux.....	1.48
Acide phosphorique.....	0.83

Calcul des gains. Les analyses précédentes permettent facilement de calculer les ingesta et les excreta correspondant à :

1.440 grammes de lait,
830 centimètres cubes d'urines,
6 gr. 32 de fèces sèches.

1° Gain d'azote :

Azote ingéré en 3 jours.....	gr. 4.56
— — par jour.....	1.52
— — par jour et par kilo.....	0.403
Azote éliminé en 3 jours par l'urine.....	0.838
— — en 3 jours par les fèces.....	0.197
Total.....	1.035
— — par jour et par kilo par l'urine..	0.074
— — par jour et par kilo par les fèces	0.017
Total.....	0.091

Le gain d'azote est donc :

$$4.56 - 1.035 = 3 \text{ gr. } 52 \text{ pour 3 jours.}$$

Soit : 1 gr. 17 par jour.

0 gr. 312 par jour et par kilo.

2° Gain de sels minéraux :

Sels ingérés en 3 jours.....	gr. 3.38
— — par jour et par kilo.....	0.298
Sels éliminés par l'urine.....	1.12
— — par les fèces.....	0.580
Total.....	1.70 en 3 jours

Soit : 0 gr. 150 par jour et par kilo.

Le gain de sels minéraux est donc :

$$3.38 - 1.70 = 1 \text{ gr. } 68 \text{ pour 3 jours.}$$

Soit : 0 gr. 448 par jour et par kilo.

3° Gain de chaux :

Chaux ingérée en 3 jours.....	gr. 0.757
— — par jour et par kilo.....	0.066
Chaux éliminée par l'urine.....	0.0373
— — par les fèces.....	0.0935
Total.....	0.1308 en 3 j.

Soit : 0 gr. 0115 par jour et par kilo..

Le gain de chaux est donc :

$$0.757 - 0.1308 = 0 \text{ gr. } 626 \text{ en 3 jours.}$$

Soit : 0 gr. 055 par jour et par kilo.

4^e Gain d'acide phosphorique :

Ingéré en 3 jours.....	gr. 0.895
— par jour et par kilo.....	0.079
Éliminé par l'urine.....	0.066
— par les fèces.....	0.052
Total.....	0.118 en 3 j.

Soit : 0 gr. 0104 par jour et par kilo.

Le gain d'acide phosphorique est :

$$0.895 - 0.118 = 0 \text{ gr. } 777 \text{ pour 3 jours.}$$

Soit : 0 gr. 068 par jour et par kilo.

OBSERVATION II

Enfant C... (n^o de l'accouchement 1918).

Durée de l'observation : 3 jours, du onzième au quatorzième.

	gr.
Poids de naissance.....	3.750 »
Poids au début de l'observation.....	4.400 »
Poids à la fin.....	4.520 »
Poids moyen pendant la période d'observation.....	4.460 »
Gain de poids pour 3 jours.....	120 »
Gain de poids par jour et par kilo.....	8.96
Quantité de lait absorbé en 3 jours.....	2.505 »
Quantité de lait moyenne par jour.....	835 »
Quantité de lait par jour et par kilo.....	187.2

Urines : 650 centimètres cubes en 3 jours.

Soit : 216 gr. 60 par jour.

48 gr. 58 par jour et par kilo.

Fèces humides : 35 gr. 146 en 3 jours.

— sèches : 7 gr. 553 en 3 jours.

Par jour et par kilo : fèces humides.....	gr. 2.626
— — fèces sèches.....	0.564

Pour 100 grammes de lait ingéré, il y a eu :

Urines.....	25.90
Fèces.....	1.40

Analyse du Lait

Densité.....	1.030
	Par litre.
	gr.
Extrait sec.....	125.75
Beurre.....	35.10
Azote.....	2.27
Sels minéraux.....	2.10
Chaux.....	1.371
Acide phosphorique.....	0.399

Analyse des Urines

Densité.....	1.003
	Par litre.
	gr.
Azote total.....	0.835
Sels minéraux.....	1.95
Chaux.....	0.068
Acide phosphorique.....	0.096

Réaction acide.

Analyse des Fèces

Fèces humides: 78 gr. 5 0/0 d'eau.

Fèces sèches. Composition 0/0 :

	gr.
Azote.....	3.607
Extrait éthéré.....	19.20
Sels.....	15.20
Chaux.....	3.42
Acide phosphorique.....	0.81

Calcul des gains :

1° Gain d'Azote :

	gr.
Ingéré en 3 jours.....	5.61
— par jour et par kilo.....	0.419
Éliminé en 3 jours par l'urine.....	0.542
— en 3 jours par les fèces.....	0.271
Total.....	0.813

Éliminé par jour et par kilo par l'urine.....	0.0405
— par jour et par kilo par les fèces...	0.0202
Total.....	0.0607

Gains d'azote :

Pour 3 jours.....	5.61 — 0.813 = 4.797
Par jour et par kilo.....	0.419 — 0.0607 = 0.358

2° Sels minéraux :

	gr.
Ingérés en 3 jours.....	5.10
— par jour et par kilo.....	0.38
Éliminés en 3 jours par l'urine.....	1.26
— en 3 jours par les fèces.....	1.16
Total.....	2.42
Soit : 0 gr. 806 par jour (fèces et urines), 0 gr. 180 par jour et par kilo.	

Gains de sels minéraux :

Pour 3 jours.....	5.10 — 2.42 = 2.68
Par jour et par kilo.....	0.201

3° Chaux :

	gr.
Ingérée en 3 jours.....	0.902
— par jour et par kilo.....	0.0674
Éliminée en 3 jours par les urines.....	0.044
— en 3 jours par les fèces.....	0.258
Total.....	0.302
Soit : 0 gr. 0225 par jour et par kilo.]	

Gains de chaux :

Pour trois jours.....	0.902 — 0.302 = 0.600
Par jour et par kilo.....	0.0449

4° Acide phosphorique :

	gr.
Ingéré en 3 jours.....	0.970
Éliminé.....	0.1247

Gains d'acide phosphorique :

Pour 3 jours.....	0.8453
Gain par jour et par kil.....	0.063

OBSERVATION III

Enfant D... (n° d'accouchement 2216).

Durée de l'observation : 4 jours, du cinquième au neuvième.

	gr.
Poids de naissance.....	2.600 »
Poids au début de l'observation.....	2.680 »
Poids à la fin.....	2.830 »
Poids moyen pour la période d'observation..	2 755 »
Gain de poids pour 4 jours.....	150 »
Gain de poids par jour et par kilo.....	13,61
Quantité de lait ingéré en 4 jours.....	1.940 »
Soit : par jour.....	485 »
par jour et par kilo.....	176 »

Urines : 780 centimètres cubes en 4 jours.

Soit : 195 centimètres cubes par jour.
70.70 par jour et par kilo.

Fèces humides : 50 gr. 046 en 4 jours.

— sèches : 13 gr. 11 en 4 jours.

Soit : fèces humides, par jour et par kilo.....	4.54
fèces sèches, par jour et par kilo.....	1.19

Pour 106 grammes de lait ingéré, il y a eu :

40 centim. cubes 20 d'urines.

2 gr. 57 de fèces humides, ou 0 gr. 67 de fèces sèches.

Analyse du Lait.

Densité.....	1.034
	Par litre
	gr.
Extrait sec.....	126.86
Beurre.....	27.50
Azote.....	3.118
Sels minéraux.....	2.37
Chaux.....	0.494
Acide phosphorique.....	0.469
Chlore.....	0.286

Analyse des Urines.

Densité.....	1.003
	Par litre.
	gr.
Azote total.....	1.118
Urée.....	1.38
Extrait sec.....	4.78
Sels minéraux.....	1.70
Chaux.....	0.039
Acide phosphorique.....	0.127
Chlore.....	0.455

Réaction acide.

Analyse des Fèces.

Fèces humides : 73 gr. 80 0/0 d'eau.

Fèces sèches. Composition 0/0 :

	gr.
Azote.....	4.203
Extrait éthéré.....	22.10
Sels minéraux.....	11.80
Chaux.....	2.90
Acide phosphorique.....	0.76

CALCUL DES GAINS :

1° Azote :

	gr.
Ingéré en 4 jours.....	5.85
— par jour.....	1.46
— par jour et par kilo.....	0.530
Éliminé en 4 jours par l'urine.....	0.869
— en 4 jours par les fèces.....	0.551
Total.....	1.420
— par jour par l'urine.....	0.217
— par jour par les fèces.....	0.137
Total.....	0.354
— par jour et par kilo par l'urine.....	0.0788
— par jour et par kilo par les fèces.....	0.0500
Total.....	0.1288

Gains d'azote :

Pour 4 jours.....	5.85 — 1.42 = 4.43
Par jour.....	1.46 — 0.354 = 1.10
Par jour et par kilo.....	0.53 — 0.128 = 0.402

2° Sels minéraux :

	gr.
Ingérés en 4 jours.....	4.44
— par jour.....	1.11
— par jour et par kilo.....	0.402
Éliminés en 4 jours par l'urine.....	1.326
— en 4 jours par les fèces.....	1.547
Total.....	2.873
— par jour et par kilo par l'urine.....	0.120
— par jour et par kilo par les fèces..	0.140
Total.....	0.260

Les gains de sels minéraux sont donc ;

Pour 4 jours.....	4.44	—	2.873	=	1.567
Par jour et par kilo...	0.402	—	0.260	=	0.142

3° Chaux :

	gr.
Ingérée en 4 jours.....	0.927
— par jour.....	0.2317
— par jour et par kilo.....	0.841
Éliminée en 4 jours par l'urine.....	0.0304
— en 4 jours par les fèces.....	0.3802
Total.....	0.4106

Soit : 0 gr. 0372 par jour et par kilo.

Les gains de chaux sont donc :

Pour 4 jours.....	0.927	—	0.4106	=	0.516
Par jour et par kilo..	0.0841	—	0.0372	=	0.0469

4° Acide phosphorique :

	gr.
Ingéré en 4 jours.....	0.879
— par jour et par kilo.....	0.0797
Éliminé en 4 jours par l'urine.....	0.0990
— en 4 jours par les fèces.....	0.0996
Total.....	0.1986

Soit : 0 gr. 018 par jour et par kilo.

Gain pour 4 jours....	0.879	—	0.198	=	0.680
— par jour et par kilo.....	0.0617				

5° Chlore :

	gr.
Absorbé en 4 jours.....	0.535
Éliminé.....	0.354
Gain (4 jours).....	0.181

Soit : 0 gr. 016 par jour et par kilo.

OBSERVATION IV

Enfant F... (accouchement n° 97).

Durée de l'observation : 6 jours, du septième au treizième.

	gr.
Poids de naissance.....	3.550 »
Poids au début de l'observation.....	3 500 »
Poids à la fin de l'observation.....	3.675 »
Poids moyen pendant la période d'observation.	3.587.5
Gain de poids pour 6 jours.....	175 »

	gr.
Gain de poids moyen par jour.....	29.66
Gain de poids rapporté au jour et au kilo.	8 26
Quantité de lait ingéré en 6 jours.....	3.995 "
Soit: par jour.....	665.83
par jour et par kilo.....	185 "

Urines: 1.230 centimètres cubes en 6 jours.

Soit: 205 centimètres cubes par jour.

57.14 par jour et par kilo.

Fèces (19 selles en 6 jours), 86 gr. 60.

Soit: par jour.....	14.43
par jour et par kilo.....	4.02

Ces chiffres, qui représentent les quantités de fèces humides, deviennent pour les fèces sèches:

	gr.
En 6 jours.....	21.35
Par jour.....	5.33
Par jour et par kilo.....	0.99

Pour 100 grammes de lait ingéré il ya eu:

Fèces humides.....	2.17
Urines.....	30.78

Analyse du Lait

Densité.....	1.033
	Par litre
	gr.
Extrait sec.....	120.20
Beurre.....	26.70
Azote.....	2.10
Sels minéraux.....	2.32
Chaux.....	0.460
Acide phosphorique.....	0.409
Chlore.....	0.341

Analyse des Urines

Densité.....	1.400
	Par litre
	gr.
Azote total.....	0.915
Urée.....	1.265
Extrait sec.....	5.508

Sels minéraux.....	gr. 2.02
Chaux.....	0.037
Acide phosphorique.....	0.168
Chlore.....	0.571

Réaction faiblement acide.

Analyse des Fèces.

Fèces humides: 75 gr. 30 0/0 d'eau.

Fèces sèches: Composition 0/0 :

Azote.....	gr. 2.304
Extrait éthéré.....	20.80
Sels minéraux.....	11.54
Chaux.....	2.67
Acide phosphorique.....	0.511
Chlore.....	0.210

Calcul des gains :

1° Azote :

Ingré en 6 jours.....	gr. 8.121
— par jour.....	1.353
— par jour et par kilo.....	0.377
Éliminé en 6 jours par l'urine.....	1.125
— en 6 jours par les fèces.....	0.492
Total.....	1.617
— par jour par l'urine.....	0.187
— par jour par les fèces.....	0.082
Total.....	0.269
— par jour et par kilo par l'urine....	0.0522
— par jour et par kilo par les fèces..	0.0228
Total.....	0.0750

Gains d'azote :

Pour 6 jours.....	8.121 — 1.617 = 6.504
Par jour.....	1.352 — 0.269 = 1.084
Par jour et par kilo.....	0.377 — 0.075 = 0.302

2° Sels minéraux :

Ingrés en 6 jours.....	gr. 8.97
— par jour.....	1.495
— par jour et par kilo.....	0.416
Éliminés en 6 jours par l'urine.....	2.484
— en 6 jours par les fèces.....	2.463
Total.....	4.947

Éliminés par jour et par kilo par l'urine....	0.115
— par jour et par kilo par les fèces..	0.114
Total	0.229

Gains de sels minéraux :

Pour 6 jours.....	8.97 — 4.947 = 4.023
Soit : par jour.....	0.671
par jour et par kilo.....	0.187

3° Chaux :

	gr.
Ingérée en 6 jours.....	1.779
— par jour.....	0.2965
— par jour et par kilo.....	0.0826
Excrétée en 6 jours par l'urine.....	0.0455
— en 6 jours par les fèces.....	0.5700
Total	0.6155
Soit (fèces et urines) : par jour.....	0.1025
— — par jour et par kilo..	0.0286

Gains de chaux :

Pour 6 jours.....	1.779 — 0.6155 = 1.163
Par jour.....	0.2965 — 0.1025 = 0.194
Par jour et par kilo....	0.0826 — 0.0286 = 0.054

4° Acide phosphorique :

	gr.
Ingéré en 6 jours.....	1.581
Soit : par jour.....	0.263
par jour et par kilo.....	0.073
Éliminé en 6 jours par l'urine.....	0.206
— en 6 jours par les fèces.....	0.109
Total.....	0.315
Soit : par jour.....	0.0525
par jour et par kilo.....	0.0146

Gains d'acide phosphorique :

Pour 6 jours.....	1.581 — 0.315 = 1.266
Soit : par jour.....	0.2125
par jour et par kilo.....	0.0588

5° Chlore :

	gr.
Ingéré en 6 jours.....	1.318
Éliminé.....	0.702
Éliminé.....	0.044
Total.....	0.746
Gain pour 6 jours.....	0.572
Par jour et par kilo.....	0.0265

OBSERVATION V

Enfant X... (accouchement n° 221), né le 1^{er} février 1896.

Durée de l'observation : 3 jours, du quatrième au septième.

	gr.	
Poids de naissance.....	3.650	»
Poids au début de l'observation.....	3.550	»
Poids à la fin.....	3.665	»
Poids moyen pendant la durée de l'observation.	3.607.5	
Gain de poids pour 3 jours.....	115	»
Gain de poids par jour.....	38.33	
Gain de poids par jour et par kilo.....	10.62	
Quantité de lait ingéré en 3 jours.....	1.475	»
Soit : par jour.....	491	»
par jour et par kilo.....	136.32	

Urines : 660 centimètres cubes en 3 jours.

Soit : 220 centimètres cubes par jour.

61 centimètres cubes par jour et par kilo.

Fèces (1) en 3 jours.....	17.55
Fèces sèches en 3 jours.....	3.52
Soit : par jour et par kilo.....	0.325

Analyse du Lait

Densité.....	1.032	
	Par litre	
	gr.	
Extrait sec.....	124.74	
Beurre.....	27.10	
Azote.....	3.79	
Chaux.....	0.360	

Analyse des Urines

Densité.....	1.005	
	Par litre	
	gr.	
Azote total.....	1.596	
Chaux.....	0.128	

(1) Cet enfant a eu 13 selles en 3 jours, ces selles étaient très peu abondantes ; il nous a été impossible de les recueillir exactement et le chiffre 17 gr. 55 est un peu trop faible : cette perte très petite ne peut fausser beaucoup le calcul des gains d'azote, puisque la plus grande partie de cet azote est ici éliminée par l'urine.

Analyse des Fèces

Fèces humides.

Fèces sèches. Composition 0/0 :

	gr.
Azote.....	5.22
Extrait éthéré.....	21.20
Chaux.....	2.10

Gains d'azote :

Azote ingéré en 3 jours.....	5.426
Azote éliminé par les fèces.....	0.1837
— — par l'urine.....	1.0530
— — par jour et par kilo, 0 gr. 097.	
Total en 3 jours.....	1.2367
Soit : par jour et par kilo.....	0.114
Gain d'azote pour 3 jours.....	4.01
Soit : par jour et par kilo.....	0.370
Gain de chaux par jour et par kilo.....	0.034

Nous pouvons résumer ces observations dans le tableau suivant, dans lequel les quantités d'ingesta ou d'excreta et les gains sont rapportés au jour et à un kilogramme du poids du corps :

Observations	Poids moyen	Quantité de lait ingéré	Urines	Fèces sèches	Azote ingéré	Gain d'azote	Gain de sels	Gain de chaux	Gain de A. Phosph.	Gain de poids
1	3.770	127.3	73.4	0.558	0.403	0.312	0.148	0.055	0.068	7.07
2	4.460	187.2	48.58	0.564	0.419	0.358	0.201	0.044	0.063	8.96
3	2.755	176.	70.7	1.19	0.530	0.402	0.142	0.046	0.061	13.61
4	3.587	185.	57.14	0.99	0.377	0.302	0.187	0.054	0.058	8.26
5	3.607	136.3	61.	0.325	0.501	0.370		0.034		10.62
Moy.	3.635	162.36	62.16	0.825	0.446 ₂	0.348 ₁	0.169	0.049	0.062	9.70

1. 0,348 d'azote représentent environ 2 gr. 62 d'albumine sèche.
2. Nous n'avons indiqué, dans ce tableau, comme aliment ingéré que le plus important, l'azote (6^e colonne).

Les moyennes calculées d'après les résultats de ces différentes observations sont les suivantes :

Un enfant nouveau-né pesant, entre le 5^e et le 15^e jour de la vie, 3,635 grammes, ingère :

Par jour 589 gr. 36 de lait.

Soit : 162 gr. 36 par jour et par kilo du poids du corps.

Il élimine :

Urines :	par jour.....	225 gr. 94
—	par jour et par kilo.....	62 — 16
Fèces :	par jour.....	11 — 98
—	par jour et par kilo, fèces hum.....	3 — 30
—	— — — fèces sèches.....	0 — 825

Ces fèces contiennent 75 0/0 d'eau.

Si l'on compare les excreta aux ingesta, on voit que pour 100 gr. de lait ingéré, il y a :

Urines.....	38 gr. 28
Fèces.....	2 — 03

Les 589 gr. 36 de lait ingéré contiennent :

INGESTA

Azote.....	1 gr. 61
Sels minéraux.....	1 — 35
Chaux.....	0 — 272
Acide phosphorique.....	0 — 276

Ces chiffres représentant les quantités ingérées par jour, deviennent, si on les rapporte à un kilogramme du poids du corps :

Azote ingéré par jour et par kilo.....	0 gr. 446
Sels minéraux — —	0 — 374
Chaux..... — —	0 — 075
Acide phosphorique — —	0 — 076

Pour chacune de ces substances, les quantités éliminées sont les suivantes :

EXCRETA

Azote éliminé par jour.....	0 gr. 355
— — par jour et par kilo.....	0 — 098

Cette excrétion journalière d'azote se répartit ainsi :

0 gr. 249 sont éliminés par l'urine.
 0 gr. 106 sont éliminés par les fèces.
 0 gr. 355

Sels minéraux éliminés par jour..... 0 gr. 745
 — — — par jour et par kilo. 0 — 205

Sur ces 0 gr. 745:

0 gr. 384	sont éliminés par l'urine.	
0 gr. 361	sont éliminés par les fèces.	
Chaux éliminée	par jour.....	0 gr. 0945
— —	par jour et par kilo...	0 — 026

La quantité de chaux : 0 gr. 0945, excrétée chaque jour, se répartit ainsi:

0 gr. 0105	sont éliminés par l'urine.	
0 gr. 084	sont éliminés par les fèces.	
Acide phosphorique éliminé	par jour. .	0 gr. 051
— — —	par jour	
et par kilo.....		0 — 014

Sur ces 0 gr. 051 :

0 gr. 025	sont éliminés par l'urine.
0 gr. 026	sont éliminés par les fèces.

GAINS

En comparant pour chacun de ces principes les quantités ingérées et excrétées, on trouve que les gains par *jour*, sont

Pour l'azote (1 gr. 61 — 0 gr. 355)....	1 gr. 255
Pour les sels minéraux.....	0 — 605
Pour la chaux.....	0 — 177
Pour l'acide phosphorique.....	0 — 225

L'augmentation de poids correspondant à ces gains élémentaires est de 35 gr. 25.

CHAPITRE VII

Déductions

Muni des analyses remarquables de M. CH. MICHEL et de nos propres travaux, nous essayerons d'en tirer les déductions qui s'imposent.

1. — LAIT •

Quelle est en moyenne la quantité de lait nécessaire aux enfants en expérience pour les 24 heures? Il faut envisager séparément la question pour le lait maternel et pour le lait de vache.

1° **Lait maternel.** — La réglementation de l'allaitement naturel ou artificiel est basée sur la constatation dans un grand nombre de cas des quantités de lait ingéré, dans les 24 heures, par des enfants d'âge différent.

Pour le lait de vache, on peut peser ou mesurer la quantité de lait introduit dans le biberon; pour le lait maternel, on est forcé de recourir à la pesée de l'enfant.

C'est à NATALIS GUYOT (1) qu'on doit l'idée de peser les enfants avant et après la mise au sein et de déterminer la quantité de lait prise à chaque tétée et, partant, celle qui est prise dans les 24 heures.

(1) NATALIS GUYOT, *Union Médicale*, 1852.

Depuis, des pesées ont été faites par de nombreux auteurs, CAMERER (1), HAHNER (2), FEER (3), PFEIFFER (4), SEGOND (5), BOUCHAUD (6), BENDIX (7), LANGE (8) et nombre d'autres auteurs.

C'est d'après les résultats fournis par ces pesées qu'on a pu établir des moyennes et régler l'alimentation maternelle.

Voici un tableau, que nous empruntons à M. MARFAN (9) qui indique pour les divers âges du nourrisson, le nombre des repas, la quantité de lait par repas, et la quantité de lait prise en 24 heures.

AGE	Nombre de tétées en 24 h.	Intervalles des tétées	Quantité de lait par tétée	Quantité de lait par 24 heures
			gr.	gr.
1 ^{er} jour.....	4	toutes les 4 h.	8	32
2 ^e jour.....	6	toutes les 3 h.	20	120
3 ^e jour.....	7	id.	40-50	280-350
4 ^e jour.....	7	id.	50-60	350-420
1 ^{er} mois.....	8	toutes les 2 1/2 h.	60-80	480-640
2 ^e -3 ^e mois.....	8	id.	80-100	640-800
4 ^e et 5 ^e mois.....	7	toutes les 3 h.	120-130	840-910
6 ^e au 9 ^e mois.....	7	id.	140-150	980-1050

Les résultats fournis par notre observation I se rapprochent sensiblement de ces moyennes ; notre enfant nourri

- (1) CAMERER, *Zeitschrift. f. Biologie*, 1878-1896.
- (2) HAHNER, *Jahrb. f. Kinderheilk*, 1880, t. V.
- (3) FEER, *Jahrb. f. Kinderheilk*, 1896.
- (4) PFEIFFER, *Berl. kl. Wochenschr.* 1883.
- (5) SEGOND, Des poids des nouveau-nés. *Annales de gynécologie*, Paris, 1874.
- (6) BOUCHAUD, thèse Paris, 1864.
- (7) BENDIX, *Jahrb. f. Kinderheilk*.
- (8) LANGE, *Jahrb. f. Kinderheilk*.
- (9) MARFAN, *Traité de l'allaitement*.

au sein prend en 24 heures, entre le 7^e et le 13^e jour de sa vie, 505 gr. 83 en moyenne.

JÉRÔME, LANGE et BEREND (1), dans des recherches analogues aux nôtres, trouvent, pour des nourrissons âgés de 3 à 4 mois, 830 gr. de lait en moyenne pour 24 heures.

BENDIX (2) note pour les deux enfants qui lui ont servi dans son étude sur les échanges nutritifs 1000 cent. cubes en 24 heures; l'un des enfants était âgé de 14, l'autre de 18 semaines.

Nous avons cherché quelle est la quantité de lait ingérée à chaque tétée; voici les résultats: il s'agit bien entendu de moyennes obtenues après 6 jours d'observation.

La première tétée du matin à 6 heures	
du matin.....	50 gr.
La deuxième à 9 heures.....	54 —
La troisième à midi.....	52 —
La quatrième à 2 heures.....	25 —
La cinquième à 4 heures.....	56 —
La sixième à 6 heures.....	43 —
La septième à 8 heures.....	46 —
La huitième à minuit.....	80 —
Enfin la dernière, neuvième, à 3 heures du	
matin de.....	70 ⁰ gr.

On voit d'après ces chiffres que la tétée la plus abondante est celle de minuit, que la plus faible est celle de 2 heures de l'après-midi.

Mais toutes ces données ne tiennent compte que de l'âge de l'enfant; or, il est évident qu'il y a un

(1) JÉRÔME, LANGE et BEREND, *Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1897, p. 351.

(2) BENDIX, *Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1896, t. 43.

autre facteur dans l'alimentation du nourrisson et qui n'est pas moins important: c'est le poids.

Le poids moyen de notre enfant n° I est de 2980 grammes; à 2980 grammes correspondent donc 505 gr. 83 de lait.

Ch. MICHEL trouve, pour un poids moyen de 3,625 grammes, 589 gr. 36 de lait.

2° Lait de vache. — La question de l'alimentation artificielle est facilitée par ce fait que la constatation du lait ingéré en 24 heures est très aisée.

Notre enfant n° II prend 414 gr. de lait de vache pur et stérilisé; il pèse 3369 gr.; il est au 12^e jour de sa vie.

Nous ne pouvons comparer ces chiffres avec ceux obtenus par d'autres auteurs, chacun emploie des mélanges différents ce qui rend toute comparaison impossible.

A titre de document nous publions le tableau suivant qui pourra servir de comparaison avec celui de la page 98.

Tableau pour l'allaitement artificiel avec le lait de vache additionné d'eau bouillie sucrée.

AGE	Nombre de tétées en 24 heures	Intervalles des tétées	COUTAGE	Quantité de lait corrigé ou pur pour un repas	Quantité de lait corrigé ou pur pour 24 heures
1 ^{er} jour.....	3 ou 4	?	{ lait de vache..... eau sucrée à 10 o/o.....	8 à 10 gr.	24 à 40 gr.
2 ^e jour.....	6	toutes les 3 h.	id.	10 à 20 gr.	60 à 120
3 ^e jour.....	7	id.	id.	30	210
4 ^e au 7 ^e jours.....	7	id.	id.	40	280
1 ^{er} mois.....	7	id.	{ lait de vache..... eau sucrée à 10 o/o.....	45 à 90	314 à 639
2 ^e mois.....	7	id.	id.	90 à 120	630 à 840
3 ^e mois.....	7	id.	id.	120 à 135	840 à 945
4 ^e et 5 ^e mois.....	7	id.	id.	135 à 150	945 à 1050
6 ^e au 9 ^e mois.....	6	id.	lait pur sucré à 2 o/o.....	160 à 175	960 à 1050

2. — URINES

Quelle est la quantité d'urine par rapport à la quantité de lait ingérée en 24 heures?

C'est une question qui a soulevé des polémiques acerbes surtout en Allemagne; aussi avons-nous cru utile de consigner le résultat de nos observations.

Les moyennes obtenues chez nos deux enfants sont les suivantes :

	Quantité de liquide ingéré en 24 heures	Quantité d'urine en 24 heures	Quantité d'urine pour cent
Obs. I.....	505 cc. 83	218 cc. 33	43,22
Obs. II.....	414 gr.	155 gr.	37 gr. 43

Charles MICHEL trouve des résultats qui s'approchent des nôtres.

	Quantité de lait en 24 h.	Quantité d'urine en 24 heures	Pour cent.
Enfant qui pèse 3.635	589 gr. 36	225 gr. 94	38,2

LANGE (1) trouve en moyenne 54 0/0 d'excrétion urinaire.

Plusieurs raisons dit LANGE, contribuent à diminuer la quantité d'urine.

Il trouve un premier facteur dans la transpiration si active des nourrissons.

(1) LANGE, *Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1897, p. 354.

« Tout adulte aura remarqué sur soi-même qu'une grande transpiration peut, dans certaines circonstances, être la cause d'une véritable anurie, il suffit de regarder les oreillers des enfants rachitiques pour comprendre pourquoi les quantités d'urines sont si minimales. »

BENDIX (1) trouve une moyenne de (44,2) pour 100.

CAMERER de 68 0/0.

En somme les résultats diffèrent selon les auteurs. La santé des enfants, le contenu en eau des fèces, la transpiration, les procédés employés pour recueillir les urines sont autant de facteurs qui interviennent pour rendre le pourcentage si variable.

Il est intéressant de savoir combien d'évacuations d'urine on obtient chez le nourrisson sain avec une alimentation réglée.

Nos résultats sont les suivants :

OBSERVATION I. — Enfant pesant 2.980 gr. et prenant 9 tétées en 24 heures.

Il y a 6 mictions moyenne par 24 heures.

OBSERVATION II. — Enfant pesant 3.369 gr. prenant 9 tétées aussi ; même moyenne de 6 mictions par 24 heures.

BENDIX constate chez 5 nourrissons en expérience :

une seule miction dans la matinée, entre 7 et 11 heures ; la raison de cette évacuation unique réside dans ce fait que les enfants n'ont pris le lait qu'une seule fois pendant la nuit ; de plus, ils ont uriné plusieurs fois durant la nuit.

Dans l'après-midi les évacuations deviennent plus fréquentes et vont en augmentant de plus en plus dans la

(1) BENDIX. *Jahrb. f. Kinderheilk*, 1896. p. 39.

nuît; le maximum est atteint entre 11 heures et 5 heures ; du matin.

Enfin nous avons fait la moyenne de chaque évacuation elle est de 36 cc. à 33 cent. cubes.

La moyenne de chaque évacuation varie bien entendu avec l'âge de l'enfant et avec la quantité de boisson ingérée.

BENDIX trouve pour un enfant de trois mois 19 cent. cubes comme moyenne *d'une évacuation*.

PLUSCHKE trouve 18 cc. pour un enfant de deux mois.

RATHKE trouve 35 c c. pour un enfant de onze mois.

Enfin CAMERER trouve 20 c c. pour un enfant de cinq mois.

3. — FÈCES

Au cours de notre travail, nous avons été amené à faire 11 fois l'analyse des matières fécales des deux nourrissons; nous allons tirer de ces analyses quelques conclusions importantes.

Mais avant tout nous donnons les caractères des selles normales d'un enfant *nourri* au sein; les détails qui suivent sont puisés dans le travail de M. MICHEL (1).

Les selles du nouveau-né sain, alimenté avec le lait de femme. — « Nombre d'auteurs déjà ont étudié les selles du nouveau-né, mais c'est à WEGSCHEIDER (2) et à UFFELMANN (3) surtout que l'on doit les données les plus

(1) MICHEL. *L'Obstétrique*, 1897, n° 6.

(2) H. WEGSCHEIDER : *Ueber die normale Verdauung bei Säuglingen*. Inaug. Dissert, Strasbourg, 1875.

(3) J. UFFELMANN : *Untersuchungen über microscopische und chemische Verhalten der Fæces*. (*Deutsches Archiv. f. klin. Medicin.*, XXVIII, 437-475).

importantes, actuellement connues, sur ce sujet : nous ne pouvons mieux faire que de les résumer ici en plaçant à la suite les résultats de nos propres recherches.

« Les selles de l'enfant au sein et bien portant sont, au moment de l'émission, de couleur jaune d'œuf; abandonnées à l'air, elles prennent assez rapidement une coloration verdâtre due à l'oxydation de certains pigments biliaires. Le passage de la teinte jaune à la teinte grise ne s'observerait dans les mêmes conditions qu'avec des selles provenant du lait de vache (UFFELMANN).

« Leur réaction est faiblement acide; elles sont dépourvues d'odeur désagréable.

« A l'examen microscopique on perçoit : des gouttelettes graisseuses de diamètres variables; des cristaux d'acide gras en aiguilles isolées ou réunies en buisson; des débris tantôt nombreux, tantôt assez rares, de l'épithélium intestinal; des leucocytes qui ne manqueraient complètement dans aucune selle; de nombreux cristaux (aiguilles généralement réunies en étoiles) de sels de chaux à acide gras; de la cholestérine; de la bilirubine; de champignons (levures); des bactéries en microcoque ou en bâtonnets formant en certains endroits des agrégats assez épais, rares et isolés ailleurs.

« Enfin, on rencontre en plus ou moins grand nombre des particules claires, flocons ou grumeaux que l'on a presque toujours considérés comme formés de caséine coagulée et qui seraient, suivant UFFELMANN, essentiellement constitués par des gouttelettes graisseuses réunies entre elles à l'aide d'une substance spéciale (innommée). Quelques-uns de ces grumeaux plus durs n'offriraient pas la même structure et seraient formés par la

réunion de sels de chaux en aiguilles (savons) et de bactéries : ces masses ont quelquefois l'apparence de fragments de fromage blanc.

« L'étude chimique des selles fournit à UFFELMANN les principaux résultats que voici :

« Elles contiennent 84,90 0/0 d'eau (WEGSCHEIDER avait indiqué précédemment 85,13 0/0). Elles ne fermentent que très peu de matières albuminoïdes (albumines et peptones). La graisse et les acides gras forment en moyenne 13,9 0/0, la cholestérine 0,3 à 0,7 0/0 et les sels minéraux 10 0/0 du poids des fèces sèches : 30 0/0 du poids de ces sels sont représentés par de la chaux. La bilirubine se laisse facilement caractériser dans les fèces (réaction de GMELIN avec l'acide nitrique nitreux); l'essai à la liqueur de Fehling indique l'absence de lactose; la leucine, la tyrosine et l'indol ne se rencontrent pas constamment.

« En réunissant ces différentes données, on voit que sur 15 parties de substances solides provenant, en moyenne, de 100 parties de fèces, il y en a 1,5 d'inorganiques et 13,5 d'organiques dont 2 à 3 sont formées de graisse et d'acides gras, 0,2 d'albuminoïdes, 0,1 de cholestérine et le reste, 8 à 8,5 parties, de cellules épithéliales, de mucine, de bactéries et de matériaux biliaires.

« Voici maintenant les résultats de nos propres recherches.

« Les selles que nous avons analysées provenaient de nourrissons au sein de la mère et s'accroissant normalement entre le 5° et le 15° jour de la vie : c'étaient des garçons dont la verge avait été munie d'un condom des-

tiné surtout à empêcher le mélange de l'urine avec les fèces. Celles-ci étaient récoltées sur des feuilles de toile caoutchoutée pendant 3 ou 4 jours consécutifs, après quoi on procédait à leur analyse : elles étaient alors de couleur jaune verdâtre ; leur odeur n'était point fétide et leur réaction était franchement acide. Après dessiccation à 100° on dosait l'azote, les graisses, les sels, la chaux et l'acide phosphorique. Nous nous sommes contenté pour le dosage de la graisse, de préparer un extrait éthéré des fèces sèches contenant, outre la graisse proprement dite, les acides gras libres et un peu de cholestérine.

« Les cendres ont été préparées à température aussi basse que possible, afin d'éviter la volatilisation des chlorures. L'acide phosphorique a été précipité à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, après séparation de la chaux.

« Voici les moyennes de 10 analyses de selles desséchées à 100°.

Extrait éthéré (graisses et acide gras).....	20 gr. 65
Azote total.....	4 » 101
Sels minéraux.....	10 » 78
Chaux.....	3 » 32
Acide phosphorique.....	0 » 73

« La quantité d'eau trouvée dans les selles humides fut en moyenne 77,18 0/0, valeur notablement inférieure à celles qu'indiquent WEGSCHEIDER et UFFELMANN ; mais il faut observer que nos analyses n'ont été faites que 3 ou 4 jours après l'émission, temps pendant lequel les selles ont pu perdre de leur eau. D'ailleurs le chiffre

de l'eau importe peu, les autres seuls sont à noter pour les calculs d'utilisation que nous aurons à établir plus loin.

« D'après ces analyses, on voit que 100 parties de selles desséchées à 100° contiennent :

Matières organiques.....	89,22 parties
Sels minéraux.....	10,78 —

20,65 parties de ces substances organiques sont constituées par la graisse et les acides gras libres : il reste donc : 89,22 — 20,65, soit 68.57 parties formées de matériaux organiques indéterminés. »

Voici maintenant la moyenne de cinq analyses de fèces desséchées à 100° de l'enfant n° II nourri au lait de vache.

Pour 100 gr. de matière sèche :

Azote total.....	6.30
Sels minéraux.....	7.20
Chaux.....	1.512
Acide phosphorique.....	1.365
Extrait éthéré (graisses et acides gras)...	15.40

La quantité d'eau trouvée dans les selles humides fut en moyenne de 77.60 0/0, valeur *inférieure* à celle indiquée par WEGSCHEIDER et UFFELMANN et s'approchant sensiblement de celle trouvée par M. MICHEL (77,18 0 0).

D'après ces analyses, on voit aussi que 100 parties de selles desséchées à 100° contiennent :

Matières organiques.....	94.336
Sels minéraux.....	5.674

(En comptant les graisses parmi les matières organiques.)

Voici aussi les résultats de six analyses des fèces desséchées à 100° de l'enfant n° I nourri au sein.

Pour 100 gr. de matière sèche.

Azote total.....	3.889
Sels minéraux.....	9.80
Chaux.....	3.80
Acide phosphorique.....	0.81
Extrait éthère (graisses et acides gras)..<	18.80

La quantité d'eau trouvée dans les selles humides fut en moyenne de 81,29 0/0.

D'après ces analyses, on voit enfin que 100 parties de selles desséchées à 100° contiennent :

Matières organiques.....	90.180 (1)
Sels minéraux.....	9.82

Sous quelle forme l'azote se trouve-t-il dans les matières fécales et quelle est son origine ?

« Suivant TSCHERNOFF (2), la leucine, la tyrosine et autres produits de décomposition des albuminoïdes n'existeraient pas, ou seulement en très petite quantité, dans les selles de nourrissons sains; de plus, les corps azotés contenus dans ces excréta ne seraient solubles dans l'acide chlorhydrique à 50/00 qu'en présence de la pepsine (solubilisés par digestion artificielle). On pourrait donc admettre avec TSCHERNOFF que tout l'azote fécal est sous forme de matières albuminoïdes; celles-ci constitueraient, d'après nos analyses, $4,101 \times 6,75$, soit 27,68 0/0 du poids de selles desséchées, et la quantité de matériaux organiques indéterminés se trouverait alors réduite à (68,57 — 27,68) 40,80 parties.

« La composition des fèces sèches se résumerait ainsi :

(1) Graisse y compris.

(2) E. TSCHERNOFF. *Jahrb. f. Kinderheilk.*, XXVI, p. 11.

Sels minéraux.....	10,78 parties
Acides gras libres et graisses.....	20,65 —
Matières albuminoïdes.....	27,68 —
Matières organiques indéterminées.....	40,89 —
Total.....	100,00 parties.

« Ce qu'il importe de connaître surtout, ce n'est pas la nature même de la substance azotée des fèces, mais bien son origine ;

« L'azote fécal du nourrisson provient-il tout entier de l'aliment ingéré? — Évidemment non, puisqu'il existe, dans les fèces, à côté des résidus alimentaires, des éléments organisés, leucocytes, cellules ou membranes éphithéliales, et les sucs intestinaux non résorbés : tous ces débris, dans la composition chimique desquels il entre de l'azote ou de l'albumine, proviennent de l'organisme et non de l'aliment ingéré.

« Dans l'azote total des fèces, quelle part revient à l'azote résiduel d'origine alimentaire?

« Ou d'une manière plus générale : Dans quelles proportions, par rapport à la substance totale des fèces, se trouvent les résidus alimentaires?

« Voilà des questions qu'il importe de résoudre, si l'on veut étudier sérieusement l'utilisation des principes nutritifs du lait et tirer de cette étude les déductions pratiques qu'elle comporte. (Alimentation normale convenablement réglée, étude des dyspepsies).

« Malheureusement, on ne sait rien, ou presque rien, sur ce sujet : nous ne pouvons que rappeler à titre de documents les intéressantes expériences que V. HOFMEISTER (1) pratiqua sur le cheval et le porc pour doser

(1) V. HOFMEISTER, *Archiv. f. Wissensch. und prakt. Thierheilk.*, XIV, 39-54.

dans les fèces l'azote provenant exclusivement de l'organisme et non de l'aliment; les résultats de ces expériences ne sont pas applicables ici :

« D'après les calculs précédents, 40,89 0/0 parties des fèces sèches resteraient indéterminées ; c'est parmi elles que doivent se trouver les hydrates de carbone (?), les acides gras combinés aux terres et aux alcalis (savons), les substances d'origine biliaire (moins la cholestérine enlevée par l'éther), les matériaux non azotés qui rentrent dans la charpente des champignons et des bactéries, etc., ou, d'une manière plus générale, les matériaux organiques qui ne contiennent point d'azote et ceux qui sont insolubles dans l'éther.

« Nous avons trouvé comme moyenne 10, 78 p. 100 de matière minérale, dont 3, 32 de chaux : cette dernière substance forme donc 38, 70 0/0 du poids de la matière minérale.

« Si l'on compare les chiffres de la chaux (3 gr. 32) et de l'acide phosphorique (0 gr. 73), on voit que la base est en quantité beaucoup plus que suffisante pour former même un phosphate tricalcique. Aussi, la plus grande partie de cette chaux se trouve-t-elle dans les cendres unie à d'autres acides, à l'acide carbonique notamment, provenant de la combustion des acides organiques des savons de chaux.

« Nous n'avons pas poussé plus loin l'étude de la matière minérale des fèces, puisque nous avons en vue l'utilisation de la chaux et de l'acide phosphorique seulement.

« Voici quelques-uns des résultats de WEGSCHEIDER : 100 de fèces sèches contiennent 7,91 de matière miné-

« rale; 36,01 0/0 de cette matière sont solubles dans l'eau;
 « les cendres contiennent des carbonates, des sulfates,
 « des chlorures alcalins (potasse et soude), un peu de
 « phosphate de fer, des phosphates de chaux et de magné-
 « sie. »

4. — UTILISATION DES MATÉRIAUX DU LAIT

Nous allons aborder maintenant l'étude de l'utilisation des matériaux du lait chez le nourrisson. C'est, en somme, le point capital, celui qui domine toute la question.

Aussi envisagerons-nous successivement l'utilisation des différentes matières contenues dans l'aliment du nouveau-né.

1° Utilisation des sels minéraux, de la chaux et de l'acide phosphorique. — *a) Lait maternel.* — D'après les chiffres consignés dans la page 66 notre enfant I du poids moyen de 2980 grammes, ingérerait chaque jour 505 gr. 83 de lait contenant :

Azote.....	0.565
Sels minéraux.....	1.021
Chaux.....	0.194
Acide phosphorique.....	0.214

Ce même enfant éliminerait chaque jour par les urines et les fèces.

Sels minéraux.....	0.704
Chaux.....	0.15459
Acide phosphorique.....	0.0385

Rapportées à 100 et par jour, les valeurs de l'utilisation sont donc les suivantes :

Utilisation des sels minéraux. 3.1 0/0.

— de la chaux. 20.61 0/0.

— de l'acide phosph. 82 0/0.

A. *Lait de vache.* — L'enfant II, du poids moyen de 3369 grammes, ingère chaque jour 414 gr. de lait contenant :

Sels minéraux 1.386

Chaux 0.434

Acide phosphorique..... 0.374

Cet enfant élimine chaque jour dans les fèces et l'urine.

Sels minéraux..... 1.142

Chaux..... 0.3108

Acide phosphorique..... 0.278

Rapportées à 100, les valeurs de l'utilisation sont donc :

Utilisation des sels minéraux..... 17.60 0/0

— de la chaux..... 28.38 0/0

— de l'acide phosphor... 25.66 0/0

2° *Utilisation de la graisse.* — L'enfant I a pris en moyenne 505 gr. 83 de lait contenant 16 gr. 280 de matières grasses.

Il élimine dans les 24 heures par les fèces 0 gr. 683 de matières grasses.

Rapportée à 100, la valeur de l'utilisation de la graisse est donc de 95.8 0/0.

L'enfant II a pris en moyenne 414 gr. de lait contenant 12.62 de graisses.

Il élimine par jour par les fèces 2 gr. 026.

Rapportée à 100, la valeur de l'utilisation des matières grasses est donc de 83.94 0/0.

LANGE (1) trouve pour des enfants nourris au lait de vache 24.8 0/0. Mais il remarque lui-même que ce chiffre est sujet à caution, vu qu'il a expérimenté sur des enfants dyspeptiques. .

En effet, l'utilisation de la graisse est beaucoup plus grande; nous venons de le montrer plus haut et nous reproduisons à titre de comparaison le tableau suivant emprunté à MICHEL.

(1) LANGE, *loco cit.*

Observations	Age de l'enfant et durée l'observation	Poids initial	Poids final	INGESTA pour la durée de l'observation				EXCRETA PAR LES FECES pour la durée de l'observation				UTILISATION rapportée à 100		
				Lait en gr.	Extrait sec en gr.	Graisse en gr.	Azote en gr.	Fèces sèches en gr.	Graisse des fèces en gr.	Azote des fèces en gr.	Utilisation de l'extrait	Utilisation des graisses	Utilisation de l'azote	
I....	5 ^e au 8 ^e jour	3.730	3.810	1.440	175.87	35.96	4.56	6.32	1.46	0.197	96.42	95.93	95.67	
II...	11 ^e —14 ^e	4.400	4.520	2.505	305.82	75.65	5.61	7.55	1.45	0.271	97.53	98.08	95.16	
III...	5 ^e —9 ^e	2.680	2.830	1.040	238.01	51.59	5.85	13.11	2.89	0.551	94.91	94.39	90.58	
IV....	7 ^e —13 ^e	3.500	3.675	3.995	464.85	103.25	8.12	21.35	4.44	0.492	95.47	95.69	93.94	
V....	4 ^e —7 ^e	3.550	3.665	1.475	178.28	38.73	5.42	3.52	0.74	0.183	98.02	98.08	96.62	
VI....	5 ^e —8 ^e	3.260	3.280	1.145	125.72	17.17	3.09	6.43	0.77	0.329	94.88	95.51	91.63	
VII..	5 ^e —8 ^e	3.300	3.405	1.525	186.37	51.66	4.10	8.28	1.65	0.343	95.55	96.80	91.63	
MOYENNES: 3.420		Poids moyen		Par jour 566	Par jour 67.28	Par jour 14.90	Par jour 1.44	Par jour 2.99	Par jour 0.62	Par jour 0.102	96.11	96.35	93.60	

Nous voyons que le chiffre représentant le minimum de l'utilisation des graisses est de 94,39 0/0.

3° Utilisation de l'Azote. — Les tableaux de la page 76 nous montrent :

Enfant I. — Ingère chaque jour 505,83 gr. de lait contenant 0.565 d'azote.

Il élimine en 24 heures :

Dans les fèces.....	0.1348
Dans l'urine.....	0.1945
Total.....	<u>0.3293</u>

Rapportée à 100 la valeur de l'utilisation de l'azote est donc de 41,71 0/0.

Si on ne tient compte que de l'élimination de l'azote par les fèces, l'utilisation est de 72,60 0/0.

Enfant II. — Ingère chaque jour 414 gr. de lait contenant 1 gr. 308 d'azote.

Il élimine en 24 heures :

Dans les fèces.....	0.802
Dans l'urine.....	0.274
Total.....	<u>1.076</u>

Rapportée à 100, la valeur de l'utilisation de l'azote est donc de 17,73 0/0.

Si on ne tient compte que de l'azote éliminé par les fèces, l'utilisation de l'azote est de 38,68 p. 0/0.

Il est bon de montrer dans un résumé comparatif l'utilisation, chez les deux enfants soumis à l'expérience, des matériaux nutritifs — sels, graisses, azote: — Il en ressortira clairement les différences de l'assimilation qui varie avec l'utilisation du lait maternel ou du lait pur stérilisé.

Utilisation pour 100 de matériaux ingérés	Enfant I lait maternel	Enfant II lait de vache st.
Azote total (fèces et urines).....	41.71 %	17.73 %
Azote (en ne tenant compte que des élim. par les fèces, afin de comparer aisément avec les chiffres de MICHEL).....	72.60 %	38.68 %
Sels minéraux.....	31. %	17.60 %
Chaux.....	20.61 %	28.38 %
Ac. phosph.....	82. %	25.66 %
Graisse.....	95.80 %	83.97 %

CONCLUSIONS

I. — L'assimilation des matériaux nutritifs par l'enfant présente avec celle de l'adulte une différence capitale qui consiste dans un besoin alimentaire infiniment plus grand chez le nourrisson que chez l'adulte.

II. — Cet accroissement du besoin alimentaire ne tient pas à un processus d'assimilation différent chez le nourrisson et chez l'adulte, l'assimilation se faisant chez l'un et chez l'autre selon les mêmes lois biochimiques.

III. — Mais il est sous la dépendance d'un autre phénomène :

Le besoin alimentaire est proportionnel à la surface des téguments et cette loi s'applique à tout âge.

IV. — Or, chez le nourrisson, cette surface est proportionnellement plus grande que chez l'adulte ; un kilogramme de nourrisson nécessitant plus de surface de revêtement qu'un kilogramme d'adulte.

V. — Le nourrisson consomme plus parce que, ayant relativement une surface tégumentaire plus grande, il doit utiliser plus de matériaux alimentaires pour parer à l'énorme déperdition de l'énergie calorique qui se fait à la surface de son corps.

VI. — Comparé au lait de vache pur non mélangé, le lait maternel laisse assimiler des matériaux azotés en quantité infiniment plus grande que le lait de vache, malgré la teneur presque double en azote de ce dernier lait.

VII. — De tous les matériaux contenus dans le lait, la

graisse est celle qui donne le pourcentage d'assimilation maxima et ceci est vrai tant pour le lait maternel que pour le lait de vache.

La graisse est, en effet, la substance qui dégage le plus de chaleur par sa combustion et nous avons vu que c'est la dépense en calorique qui constitue la clef de l'alimentation du nourrisson.

VIII. — L'azote vient immédiatement après la graisse ; le pourcentage de son assimilation est très élevé chez l'enfant nourri au lait maternel ; moindre chez l'enfant nourri au lait de vache.

IX. — L'assimilation des sels minéraux est certainement la plus imparfaite, aussi bien pour le lait maternel que pour le lait de vache.

X. — La théorie allemande dite « du déficit d'azote » ne peut plus être soutenue ; l'enfant ne retient pas l'azote, il le rend presque en totalité.

XI. — Par les renseignements si précieux que donnent sur l'assimilation les analyses des ingesta et des excreta, il est à présumer que cette méthode, en établissant le bilan complet de la nutrition dans chaque affection, est appelée à rendre de grands services dans l'étude si difficile des atrophies infantiles, de l'athrepsie, du rachitisme et des infections gastro-intestinales.

Vu : *le Président de Thèse,*

BUDIN.

Vu : *le Doyen,*

BROUARDEL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

GRÉARD.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBU. — Ueber die Autointoxicationen des Intestinaltractus. Berlin, 1895.
- ARGUTINSKY. — Pflüger's Archiv, t. XLVI.
- BADENHAUSEN. — Zeitschr. f. phys. Chem., 1881.
- BAGINSKY. — Berl. Kl. Woch., 1879.
- BENDIX. — Thérap. Monatshefte, Juli 1895.
- Jahrb. f. Kinderheilk. 1894.
- Deutsche med. Wochenschr. 1898.
- BERNARD (CLAUDE). — Leçons sur les phénomènes de la vie, etc. Paris, 1878.
- BIEDERT. — Jahrb. f. Kinderheilk, t. XXVIII.
- BLAUBERG MAGNUS. — Inaug. Dissert. Berlin, 1897.
- BECCUEREL ET VERNOIS. — Recherches sur le lait. Annales d'hygiène publique, t. XLIX.
- BERTHELOT. — Chaleur animale. Encyclopédie Léauté.
- BUDIN ET MICHEL (CH.). — Recherches sur l'alimentation des enfants débiles. L'Obstétrique, 1897, n° 2.
- BUNGE. — Cours de chimie biolog. et patholog. Trad. franç. de Jaquet. Paris, 1891.
- CAMERER. — Zeitschr. f. Biologie, 1878.
- Der Stoffwechsel des Kindes. Tübingen, 1896.
- Zeitschr. f. Biologie, 1880.
- CARRON DE LA CARRIÈRE ET MONFET. — L'urine normale de l'enfant. Acad. de médecine, 1897.
- CHAUVEAU. — Sur l'importance du sucre comme aliment. Ac Sciences, 14 mars 1898.
- CRUSE. — Jahrb. f. Kinderheilkunde, t. XI.
- CZERNY. — Zür Kenntniss der Gastroenteritis im Säuglingsalter. Jahrb. f. Kinderheilk, 1897.

- CZERNY. — Troubles de la respiration dans la gastro-entérite des nourrissons. *Jahrb. f. Kinderheilk*, oct. 1897, t. XLV,
- D'ARSONVAL ET BONNIOT. — Calorimétrie clinique., *Soc. Biologie*, 1898, 5 mars, pp. 248 et 249.
- DEMME. — Jahresbericht über das Jennersche Kinderspital.
- DUCLAUX. — Le lait. Paris, 1894.
- ESCHERISCH. — *Jahrb. f. Kinderheilk*, XXVII.
- FORSTER. — *Handb. der Hygiene von Pettenkoffer Ziemssen*.
— *Aerztl. Intelligenzblatt f. Bayern*, 1878.
— *Zeitschr. f. Biologie*, t. XV.
- GAUTIER (Armand). — Chimie de la cellule vivante. *Encycl. Léauté*.
— *Chimie biologique*, 1892.
- HEUBNER. — *Berl. Kl. Wochenschr.* 1895.
— *Zeitschr. f. Klin. Medizin.*, t. XXIX.
— *Berl. Kl. Wochenschr.*, 1894, nos 37 et 38.
— *Jahrb. f. Kinderheilk*, 1895.
- HOFMEISTER. — *Arch. f. wissenschaftl. und prak Thierheilkunde* XIV.
- KELLER. — Zur Kenntniss der gastroenteritis im Sauglingsalter. *Jahrb f. Kinderheilkunde*, 1897.
— Sur la question de la suralimentation azotée, etc. *Centralb. f. innere Méd.* 1898.
- KLASSONDEN U ROBERT TIGERSTEDT. — *Skandinaw. Arch. f. Physiologie*, t. VI.
- KNOPFELMACHER. — *Beitrage zur Klin. Medicin ü. Chir.* 1898.
- KONIG. — *Chimie der menschlichen Nahrung ü. genussmittel*.
- LAMBLING. — *Revue gén. des sciences pures et appliquées*. 1892. 15 avril.
— *Nord Medical*, 1898. 1^{er} janvier.
— Les aliments, *encyclopédie chimique de Fremy*. Paris, 1892.
— Les étranges nutritifs, *Encycl. chimique de Fremy*.
— Le sang et la respiration. *Encycl. chimique*. Paris, 1895.
- LANGLOIS. — *Centralb. f. Physiol.* 1887.
- LANGE. — *Jahrb. f. Kinderheilk.*, t. XXXIX, 1895.
- LANGE U. BEREND. — *Jahrb. f. Kinderheilk*, t. XLIX, 1897,
- LAPICQUE. — Thèse Fac. Sciences., Paris, 1897.
- LAPICQUE ET RICHEL. — Art. Aliments du *Dict. de physiologie de Richet*.

- LAURE. — Des résultats donnés par la pesée quotidienne des enfants. Th. Paris, 1889.
- LÉO. — Jahrb. der Kinderheilk., t. XXX.
- LIEBIG. — Lettres sur la chimie, 1851.
- LUNIN. — Zeitschrift für phys. Chemie, t. V, 1881.
- MARFAN. — Traité de l'allaitement, 1899.
- MARTIN ET RUGE. — Ueber das Verhältniss des Harns der Neugeborenen. Zeitschr. f. Geburt. 1875.
- MEEH. — Oberflächenmessung, etc. Zeitschrift. Biologie, t. XV.
- MICHEL (Ch.). Recherches sur la nutrition normale du nouveau-né. L'Obstétrique, 1896. n° 2.
- Sur le lait de la femme et l'utilisation de ses matériaux nutritifs dans l'organisme du nouveau-né sain. L'Obstétrique, 1897. N° 6.
- MUNK. — Archiv de Dubois Reymond, 1891.
- Archiv de Virchow, t. CXXXII.
- Ernährung des gesunden u. Kranken Menschen. (Alimentation de l'homme normal et malade, traité de diététique, trad. franç. de J.-F. Heymann et F. Masoin, 1897).
- NOORDEN (VON). — Lehrbuch der Pathologie des Stoffwechsels.
- Grundriss einer Methodik der Stoffwechsellehre, 1892.
- PARROT. — L'Atrepsie.
- PARROT ET ROBIN. — C. R. Ac. des sciences, 1876.
- Gazette obstétricale, 1876.
- PFEIFFER. — Berl. Kl'Wochenschr, 1883.
- POLLAK. — Jahrb. f. Kinderheilk, t. II.
- PRAUSSNITZ. — Zeitschr. f. Biologie, t. XXV.
- REY. — Deutsche Med. Woch. 1895.
- RABEAU. — Contrib. à l'étude de la pathogénie du Rachitisme. Thèse Montpellier, 1898.
- RICHEL (Ch.). — La chaleur animale. Paris, 1889.
- ROBIN. — Lithiase urique et oxalique chez les enfants du premier âge. Journal de thérapeutique, 1878.
- RUBNER. — Zeitschrift f. Biologie, 1879.
- RUBNER U. HEUBNER. — Zeitschr. f. Biologie, t. XXXVI.
- RUGE. — Ueber das Verhalten von Harn u. Nieren der Neugeborenen 1875.
- SONNIÉ-MORET. — Sur l'ammoniaque urinaire. La Méd. scientifique, 1898.

- SCHIFF. — Jahrb. f. Kinderheilk., t. XXXV.
SOXHLET. — Münchener med. Wochenschrift.
TCHERNOFF. — Jahrb. f. Kinderheilk., t. XXVIII.
TARNIER, CHANTREUIL et BUDIN. — Alimentation et hygiène des enfants nouveau-nés.
UFFELMANN. — Pflügers Archiv, 1892.
— Arbeit. f. Physiologie, t. XXIX, 1882.
— Arch. f. Klin. Med. XXVIII.
— Traité d'hygiène de l'Enfance, traduction c. Baehler.
VOIT. — In Hermanns Handbuch der Physiologie.
WEGSCHEIDER. — Ueber die Verdauung bei sanglingen., Berl. Kl. Woch. 1875.
ZULZER. — Zeitschr. f. Praktische Med. 1878.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	7
INTRODUCTION.....	9
PREMIÈRE PARTIE. — Théorie mécanique des Echanges nutritifs.....	13
CHAPITRE PREMIER. — Aperçu de la vie cellulaire.....	13
1 ^o Rôle de l'eau.....	13
2 ^o Rôle des sels.....	14
3 ^o Rôle des matières albuminoïdes.....	17
CHAPITRE II. — Transformation dans l'organisme des principes immédiats.....	19
1 ^o Matières albuminoïdes.....	19
2 ^o Hydrates de carbone.....	19
3 ^o Matières grasses.....	20
CHAPITRE III. — Transformation des substances alimentaires chez l'adulte et chez les nourrissons.....	21
CHAPITRE IV. — Composition chimique du lait.....	25
1. — <i>Lait maternel</i>	25
Analyses du lait de femme.....	26
Analyse du lait maternel employé.....	34
2. — <i>Lait de vache</i>	40
Composition et variations du lait de vache.....	43
CHAPITRE V. — Equivalent calorique des aliments.....	44
CHAPITRE VI. — Particularités des échanges nutritifs chez le nourrisson.....	49
DEUXIÈME PARTIE. — Technique et expérimentation.....	61
CHAPITRE PREMIER. — Généralités. — Analyses des selles et des urines.....	61
Analyse des urines.....	66
Analyse des selles.....	66
CHAPITRE II. — Observation I (Personnelle). — Enfant nourri au lait maternel.....	67

CHAPITRE III.—Observation II (<i>Personnelle</i>).—Enfant nourri au lait stérilisé pur.....	72
CHAPITRE IV. — Résumé de nos observations.....	77
CHAPITRE V. — Moyennes	79
CHAPITRE VI. — Recherches de M. Michel.....	83
CHAPITRE VII. — Déductions.....	99
1. — <i>Lait</i>	99
2. — <i>Urines</i>	104
3. — <i>Fèces</i>	106
4. — <i>Utilisation des matériaux du lait</i>	114
CONCLUSIONS.....	120
BIBLIOGRAPHIE.....	123

